



**EFEK PERENDAMAN MINUMAN COKLAT
TERHADAP PERUBAHAN WARNA RESIN KOMPOSIT
*NANOFILLER DAN NANOHYBRID***

**SKRIPSI
UNTUK MEMENUHI PERSYARATAN
MEMPEROLEH GELAR SARJANA**

oleh :

**FAISAL RIFAI
145070407111005**

**PROGRAM STUDI SARJANA KEDOKTERAN GIGI
FAKULTAS KEDOKTERAN GIGI
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG
2018**

DAFTAR ISI

Halaman Judul	i
Halaman Pengesahan.....	ii
Pernyataan Orisinalitas Skripsi.....	iii
Abstrak	iv
Abstrack.....	v
Daftar Isi	vi
Daftar Tabel.....	ix
Daftar Gambar	x
Daftar Singkatan.....	xi
Daftar Lampiran	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.3.1 Tujuan Umum	4
1.3.2 Tujuan Khusus	4
1.4 Manfaat Penelitian	5
1.4.1 Manfaat Akademis	5
1.4.2 Manfaat Praktis	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1. Resin Komposit.....	7
2.1.1 Komposisi Resin Komposit	8
a. Matrix Resin	8
b. Partikel Bahan Pengisi (Filler)	10
c. Bahan Coupling.....	11
2.1.2 Sifat-sifat Resin Komposit	13
a. Penyerapan Air	13
b. Kelarutan	15
c. Stabilitas Warna	16
d. Perubahan Warna Pada Resin Komposit	16
2.1.3 Macam Resin Komposit.....	18
a. Komposit Konvensional	18
b. Komposit Mikro	19
c. Komposit Berbahan Pengisi Partikel Kecil	19
d. Komposit Hybrid.....	21
2.1.4 Teknologi Nano	21
2.1.5 Resin Komposit Nanofiller dan Nanohybrid	22
a. Nanofiller.....	22

	b. Nanohybrid.....	23
2.2	Colour Reader	24
2.2.1	Cara Kerja Color Reader.....	25
2.3	Coklat.....	26
2.3.1	Coklat Dan Manfaatnya	27
2.3.2	Polifenol	29
2.3.3	Tanin	31
	a. Definisi Tanin.....	31
	b. Sifat Tanin	32

BAB III KERANGKA KONSEP DAN HIPOTESIS PENELITIAN

3.1	kerangka Konsep.....	33
3.2	Hipotesis Penelitian.....	35

BAB IV METODE PENELITIAN

4.1	Rencana dan Desain Penelitian	37
4.2	Sampel Penelitian.....	37
4.2.1	Jumlah Sampel.....	37
4.2.2	Kriteria Sampel Penelitian	38
4.3	Variabel Penelitian	39
4.3.1	Variabel Bebas.....	39
4.3.2	Variabel Terikat	39
4.3.3	Variabel Terkendali	39
4.4	Lokasi Waktu Penelitian	39
4.5	Alat dan Bahan Penelitian.....	39
4.5.1	Bahan dan Alat untuk Pembuatan Spesimen	40
4.5.2	Bahan dan Alat untuk Membuat Minuman Coklat ...	40
4.5.3	Bahan dan Alat untuk Perendaman.....	40
4.5.4	Bahan dan Alat untuk Pengiriman Sampel Ke Laboratorium.....	40
4.5.5	Alat dan Bahan untuk Menguji Warna	40
4.6	Definisi Operasional.....	41
4.7	Prosedur Penelitian.....	42
4.7.1	Persiapan Spesimen	42
4.7.2	Pembuatan Minuman Coklat.....	43
4.7.3	Prosedur Perendaman dan Perlakuan Sampel	43
4.7.4	Pengukuran Warna Sampel.....	44
4.8	Kerangka Oprasional Penelitian.....	45
4.9	Metode Analisis Data.....	46

BAB V HASIL PENELITIAN DAN ANALISIS DATA

5.1	Hasil Penelitian	47
5.2	Analisis Data	50
5.2.1	Statistik Resin Komposit Nanofiller	51
5.2.1.1	Uji Normalitas Komposit Nanofiller	51
5.2.1.2	Uji Homogenitas Komposit Nanofiller	51
5.2.1.3	Uji One Way Anova Komposit Nanofiller	52
5.2.2	Statistik Resin Komposit Nanohybrid.....	52
5.2.2.1	Uji Normalitas Komposit Nanohybrid.....	52
5.2.2.2	Uji Homogenitas Komposit Nanohybrid	52
5.2.2.3	Uji One Way Anova Komposit Nanohybrid..	53
5.2.3	Independent T-Test Komposit Nanofiller dan Nanohybrid	53
BAB VI PEMBAHASAN		55
BAB VII KESIMPULAN DAN SARAN		63
7.1	Kesimpulan	63
7.2	Saran.....	63
DAFTAR PUSTAKA.....		65

DAFTAR TABEL

No.	Judul Tabel	
Tabel 3.1	Kerangka Konsep	33
Tabel 4.8	Kerangka Oprasional Penelitian	45
Tabel 5.1	Hasil Uji Warna Sampel Resin Komposit Nanofiller....	48
Table 5.2	Hasil Uji Warna Sampel Resin Komposit Nanohybrid .	49
Grafik 5.1	Perubahan Warna Komposit Nanofiller dan Nanohybrid	50



DAFTAR GAMBAR

No.	Judul Gambar	
GAMBAR 2.1.	Bis-GMA.....	8
GAMBAR 2.2.	UEDMA dan TEGMA.....	9
GAMBAR 2.3.	Methacryloxypropyltrimethoxysilane	12
GAMBAR 2.4	Color Reader	24
GAMBAR 2.5	Coklat Dan Bubuk Coklat	30
GAMBAR 4.1	Bentuk Sampel Penelitian	38
GAMBAR 4.2	Color Reader di Lokasi Penelitian	41



DAFTAR SINGKATAN

Bis-GMA	: <i>Bisphenol-A-glycidyl Dimethacrylate</i>
Bis-EMA	: A-polyetheylene Glycol Dimethacrylate
UDMA	: Urethane Dimethacrylate
TEGDMA	: Trietilen Glikol Dimetakrilat
PEGDMA	: Polietilen Glikol Dimetakrilat
SI-OH-SI	: Siloxan
SI-OH	: Silanol
-OH	: Gugus Hidroksi



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Surat Pernyataan Keaslian Tulisan	71
Lampiran 2. Tabel Uji Statistik	72
Lampiran 3. Dokumentasi Penelitian	76
Lampiran 4. Sertifikat Penguji Warna	77



ABSTRAK

Rifa'i, Faisal. 2018. EFEK PERENDAMAN MINUMAN COKLAT TERHADAP PERUBAHAN WARNA RESIN KOMPOSIT *NANOFILLER* DAN *NANOHYBRID*.

Skripsi, Program Studi Pendidikan Dokter Gigi, Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Brawijaya. Pembimbing: (1) Dr. drg. M. Chair Effendi, SU., Sp.KGA (2) drg. Anggani Prasasti, Sp.KG

Resin komposit adalah material restorasi yang sering digunakan karena memiliki nilai estetik yang tinggi dan mampu menghasilkan warna sesuai dengan warna gigi asli. Salah satu jenis resin komposit yaitu resin komposit *nanofiller* dan *nanohybrid*. Menurut beberapa penelitian sebelumnya, resin komposit *nanofiller* lebih sedikit meresopsi zat warna di banding dengan komposit *nanohybrid*. Minuman Coklat merupakan salah satu olahan biji kakao yang mengandung zat warna polifenol cukup tinggi. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui efek perendaman dalam minuman coklat terhadap perubahan warna komposit *nanofiller* dengan komposit *nanohybrid*. Metode yang digunakan adalah *pre – posttest* group design. Sampel penelitan yaitu komposit *nanohybrid* dan komposit *nanofiller* yang berbentuk silindris berdiameter 15 mm dan tinggi 3 mm. Jumlah sampel 24 buah direndam dalam saliva buatan, kemudian dibagi menjadi 6 kelompok, kelompok sampel 1 dan 4 (direndam dalam minuman coklat selama 3 hari), kelompok 2 dan 5 (direndam dalam minuman coklat selama 5 hari), dan kelompok 3 dan 6 (direndam dalam minuman coklat selama 7 hari). Uji statistik menggunakan *One Way Anova* dan *Independent T - Test*. *One Way Anova* menunjukkan $P - value > 0,05$, artinya durasi perendaman tidak berpengaruh terhadap perubahan warna. *Independent T - Test* menunjukkan nilai total perubahan warna (ΔE) komposit *nanofiller* berbeda secara bermakna dari komposit *nanohybrid*. Kesimpulan dari penelitian ini adalah komposit *nanofiller* mengalami perubahan warna lebih rendah dibanding dengan komposit *nanohybrid*.

Kata Kunci: minuman coklat, polifenol, perubahan warna, komposit *nanohybrid*, komposit *nanofiller*

ABSTRACT

Rifa'i, Faisal. 2018. THE EFFECT OF IMMERSION IN CHOCOLATE BEVERAGES ON THE DISCOLORATION OF NANOFILLER COMPOSITES AND NANOHYBRID COMPOSITES.

Final Assignment, Faculty of Dentistry Brawijaya University. Advisor: (1) Dr. drg. M. Chair Effendi, SU., Sp.KGA (2) drg. Anggani Prasasti, Sp.KG

Composite resin is the restoration material of choice that widely used because it has high value esthetic and capability of producing colors in accordance with the original color teeth. Types of composite resin are nanofiller and nanohybrid composite resin. According to some previous studies, nanofiller composite resins have fewer dyes to be compared to nanohybrid composites. Chocolate drink is one of the processed cocoa beans which contains high polyphenol. The purpose of this study was to investigate the effect of immersion in chocolate drink on discoloration of nanofiller composites and nanohybrid composites. The method used is pre - posttest group design. The research samples were nanohybrid composite and cylindrical composite nanofiller with diameter 15 mm and thick 3 mm. 24 samples were immersed in artificial saliva, then divided into 6 groups, group samples 1 and 4 (immersed in chocolate drink for 3 days), groups 2 and 5 (immersed in chocolate drink for 5 days), and groups 3 and 6 (immersed in chocolate drink for 7 days). Statistical tests using One Way Anova and Independent T - Test. One Way Anova shows P - value > 0,05, meaning that the duration of immersion has no effect on the color change. The Independent T-Test showed the total value of the nanofiller composite (ΔE) color change differed significantly from the nanohybrid composite. The conclusion of this study is that nanofiller composites have lower discoloration compared to nanohybrid composites.

Keywords: chocolate drink, polyphenol, discoloration, nanohybrid composite, nanofiller composite

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Seiring perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi, kebutuhan dan tuntutan pasien akan bahan restorasi sewarna gigi yang dapat mengganti struktur gigi semakin tinggi. Resin komposit adalah bahan restorasi gigi yang telah lama digunakan untuk menggantikan jaringan gigi yang hilang dan mampu memodifikasi warna serta kontur gigi sehingga meningkatkan faktor estetik restorasi (Craig dan Powers, 2006). Resin komposit dapat digunakan untuk beberapa macam aplikasi, antara lain untuk merestorasi gigi anterior dan posterior yang patah atau terkena karies, penyesuaian oklusi, sementasi dari restorasi *indirect* (tidak langsung), perekat braket ortodontik, dan mentransformasi gigi secara estetik (Schneider dkk., 2010).

Resin komposit merupakan material sewarna gigi yang saat ini diminati masyarakat sebagai bahan restorasi karena memiliki nilai estetik yang baik dan dapat digunakan untuk gigi anterior maupun posterior. Resin komposit mempunyai banyak kelebihan dibandingkan dengan bahan restorasi lainnya diantaranya estetikanya lebih baik, lebih kuat, lebih keras, penyerapan air dan penyusutanya kecil, tidak mudah mengalami abrasi dan mudah dimanipulasi. Keinginan pasien untuk mendapatkan tumpatan yang sewarna dengan gigi agar mendapatkan nilai estetik yang ada, juga membuat perkembangan dalam tumpatan berbahan resin komposit semakin maju.

Faktor estetik sendiri dalam hal ini merupakan faktor utama yang dikembangkan dalam perkembangan bahan restorasi, sedangkan sifat-sifat biomaterial seperti besarnya pengerutan polimerisasi dan kemampuan adhesi terhadap jaringan keras gigi merupakan syarat utama untuk mencapai keberhasilan klinis (Frankenberger, dkk., 2010). Keberhasilan klinis bahan restorasi telah ditingkatkan melalui pengembangan resin komposit yang menghasilkan sifat mekanis yang lebih baik, perubahan dimensi yang lebih rendah saat *setting*, dan *wear resistance* (Craig dan Powers, 2006).

Resin komposit selama ini menjadi material restorasi dengan warna yang hampir sama dengan warna gigi asli dan dapat mengembalikan fungsi sehingga menjadi solusi pertama restorasi gigi. Menurut ukuran fillernya, resin komposit dapat diklasifikasikan menjadi makrofil, mikrofil, hybrid dan nanofil. Untuk mencapai fungsi estetik, kesesuaian warna antara gigi dengan resin komposit penting untuk diperhatikan. Menurut beberapa penelitian sebelumnya, restorasi resin komposit akan mengalami perubahan warna seiring berjalannya waktu. Oleh karena itu, pada beberapa kasus diperlukan penggantian restorasi resin komposit setelah pemakaian beberapa waktu. Hal ini bertujuan untuk memperoleh penampilan estetik yang lebih bagus.

Perubahan warna pada resin komposit menjadi masalah utama studi klinis dalam jangka waktu yang panjang. Perubahan warna pada resin komposit dapat disebabkan oleh faktor intrinsik dan faktor ekstrinsik (Craig, 2012). Berbagai bahan tumpatan untuk

kepentingan estetik dengan berbagai sifat karakteristik dan warna telah beredar di pasaran dalam beberapa dekade terakhir ini (Wahyu dkk, 2010). Faktor intrinsik merupakan perubahan warna yang dikarenakan oleh material resin komposit itu sendiri, misalnya perubahan pada matrik resin komposit. Perubahan warna karena faktor intrinsik terjadi secara kimia karena adanya oksidasi pada amine accelerator, struktur polimer matrik, dan gugus metakrilat yang tidak terpolimerisasi, atau polimerisasi yang tidak sempurna (Topcu., dkk, 2009).

Sementara itu, faktor ekstrinsik merupakan perubahan warna yang disebabkan oleh lingkungan di luar restorasi resin komposit, seperti pewarnaan yang disebabkan oleh adsorpsi atau retensi zat warna dari material eksogen. Perubahan warna ekstrinsik ini disebabkan oleh pola makan, minum, kebiasaan merokok serta keadaan *oral hygiene* yang buruk. Perubahan warna karena faktor ekstrinsik ditentukan oleh komposisi dan ukuran dari filler resin komposit, yang juga menentukan kehalusan permukaan restorasi (Topcu., dkk, 2009).

Coklat atau buah nya sering di sebut kakao (*Theobroma cacao L.*) merupakan salah satu buah yang telah lama dikenal berkembang luas di Indonesia. Indonesia merupakan salah satu negara yang membudidayakan tanaman kakao paling luas di dunia dan komoditas perkebunan merupakan salah satu penghasil utama devisa negara. Selain itu Indonesia juga merupakan produsen kakao terbesar ketiga setelah Ivory Coast dan Ghana dengan produksi mencapai 435 ribu ton per tahun (Ed and Man, 2004). Dalam

kehidupan sehari-hari, coklat sangat dikenal disemua lapisan masyarakat. coklat telah lama dimanfaatkan sebagai minuman dan cemilan, misalnya sebagai permen , roti, es krim , serta masih banyak lagi berbagai macam produk makanan dan minuman yang menggunakan bahan baku utama coklat.

Oleh karena itu, dalam penelitian ini, peneliti ingin mengetahui efek perendaman minuman coklat terhadap perubahan warna resin komposit *nanofiller* dan *nanohybrid*

1.2 Rumusan Masalah

- 1.2.1 “Apakah terdapat perbedaan perubahan warna secara bermakna pada durasi perendaman yang berbeda dalam masing-masing jenis resin komposit?”
- 1.2.2 “Apakah terdapat perbedaan perubahan warna secara bermakna antara resin komposit *nanofiller* dan *nanohybrid* setelah direndam minuman coklat?”

1.3 Tujuan Penelitian

1.3.1 Tujuan umum

Mengetahui efek perendaman dalam minuman coklat terhadap perubahan warna Komposit *Nanofiller* dengan *Nanohybrid*

1.3.2 Tujuan khusus

- a. Untuk mengetahui adanya perubahan warna bahan tumpat komposit *nanofiller* sesudah perendaman dalam minuman coklat

- b. Untuk mengetahui adanya perubahan warna bahan tumpat komposit *nanohybrid* sesudah perendaman dalam minuman coklat
- c. Untuk mengetahui perbedaan perubahan warna antara komposit *nanofiller* dan *nanohybrid* sesudah perendaman dalam minuman coklat

1.4 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

1.4.1 Manfaat Akademis

Hasil penelitian ini diharapkan memberikan kontribusi positif berupa informasi dan ilmu pengetahuan dalam bidang kedokteran gigi dan sebagai tambahan literatur untuk memperkaya pengetahuan terkait restorasi gigi dan pengembangan resin komposit. Hasil dari penelitian ini juga diharapkan mampu menjadi rujukan bagi penelitian sejenis.

1.4.2 Manfaat Praktis

Hasil penelitian ini diharapkan memberikan kontribusi positif berupa informasi dan ilmu pengetahuan kepada masyarakat mengenai perubahan warna resin komposit *nanofiller* dan *nanohybrid* setelah mengkonsumsi minuman coklat. Hasil penelitian ini juga diharapkan memberikan pertimbangan bagi dokter gigi dalam menggunakan restorasi resin komposit *nanofiller* dan *nanohybrid* untuk konsumsi makanan dan minuman tertentu.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Resin Komposit

Resin komposit merupakan tumpatan sewarna gigi yang merupakan gabungan atau kombinasi dari dua atau lebih bahan kimia yang berbeda dengan sifat-sifat unggul atau lebih baik dari pada bahan itu sendiri (Schneider dkk., 2010). Resin komposit adalah gabungan dua atau lebih bahan berbeda dengan sifat-sifat yang unggul. Bahan-bahan ini memiliki sifat mekanis yang baik dan mendekati sifat-sifat dentin dan enamel. Resin komposit dapat digunakan untuk beberapa macam aplikasi, antara lain untuk merestorasi gigi anterior dan posterior yang patah atau terkena karies, penyesuaian oklusi, sementasi dari restorasi *indirect* (tidak langsung), perekat braket ortodontik, dan mentransformasi gigi secara estetik (Schneider dkk., 2010). Resin komposit paling umum digunakan untuk bahan restorasi karena merupakan bahan yang baik dari segi estetika, kekuatan dan ketahanan terhadap keausan bahan. Resin komposit sering digunakan untuk restorasi anterior kelas 3, 4 dan 5 di mana estetika menjadi keutamaan. Resin komposit juga dapat digunakan untuk restorasi posterior karena tahan terhadap keausan dan mengurangi polimerisasi.

Bahan ini sudah lama digunakan di kedokteran gigi sejak tahun 1940 dan telah mengalami perkembangan pesat. Bahan ini terdiri dari tiga komponen utama yaitu komponen organik (resin) yang membentuk matriks, bahan pengisi (*filler*) anorganik dan bahan

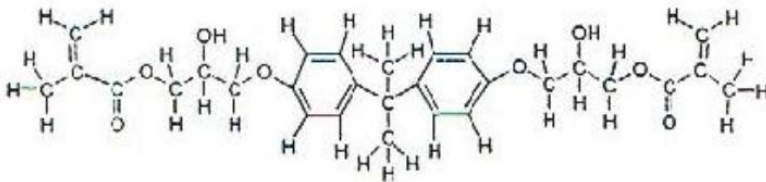
interfasial untuk menyatukan resin dan *filler* yang disebut *coupling agent*. Jadi, resin komposit dapat digunakan untuk pengganti struktur gigi yang hilang atau untuk memodifikasi warna dan kontur gigi sehingga meningkatkan estetik (Power, 2002).

2.1.1 Komposisi Resin Komposit

Kandungan utama resin komposit adalah matriks resin dan partikel pengisi anorganik. Disamping dua komponen ini, beberapa komponen lain yang diperlukan untuk meningkatkan efektivitas dan ketahanan bahan. Suatu bahan antara (*silane*) diperlukan untuk memberikan ikatan yang baik antara bahan pengisi anorganik dan matriks resin dan aktivator-inisiator diperlukan untuk polimerisasi resin (Craig, 2012).

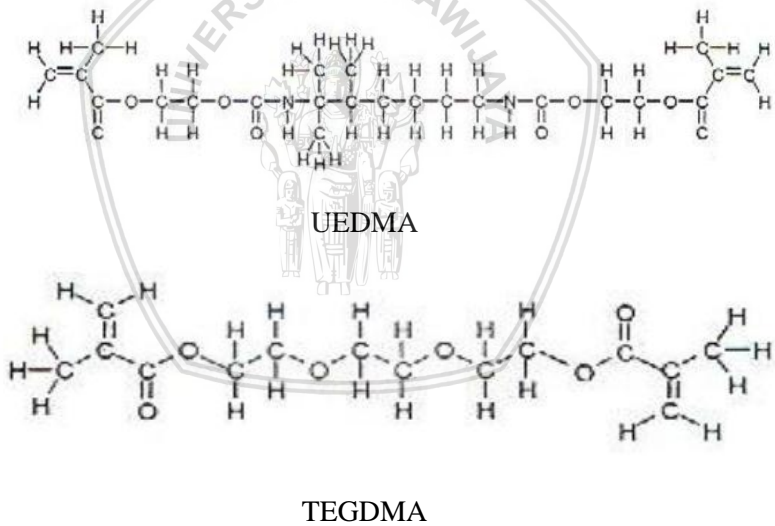
a. Matriks Resin

Resin adalah komponen aktif kimia dalam komposit. Bentuknya adalah monomer cair. *Bisphenol-A-Glycidyl Methacrylate* (Bis-GMA), *Urethane Dimethacrylate* (UEDMA) dan *Trietilen Glycol Dimethacrylate* (TEGDMA) merupakan Dimetakrilat yang umum digunakan dalam resin komposit (Craig, 2012). Berikut disajikan gambar matriks resin komposit pada Gambar 1.



Gambar 2.1. Bis-GMA

Kegunaan matriks resin ini adalah untuk membentuk ikatan silang polimer yang kuat pada bahan komposit dan mengontrol konsistensi pada resin komposit. Matriks resin mengandung monomer dengan viskositas tinggi (kental) yaitu BIS-GMA yang disintesis melalui reaksi antara *bisphenol A* dan *glycidyl methacrylate* oleh Bowen. Monomer dengan viskositas rendah juga terkandung didalamnya yaitu TEGDMA dan UEDMA. Matriks resin memiliki kandungan ikatan ganda karbon reaktif yang dapat berpolimerisasi bila terdapat radikal bebas (Craig, 2012).



Gambar 2.2. UEDMA dan TEGDMA

b. Partikel Bahan Pengisi (*Filler*)

Partikel bahan pengisi (*filler*) adalah material anorganik yang ditambahkan pada matriks resin. Partikel bahan pengisi yang benar-benar berikatan dengan matriks akan meningkatkan sifat bahan matriks, sifatnya seperti mengurangi pengerutan ketika terjadi polimerisasi matriks resin, mengurangi penyerapan air dan ekspansi koefisien panas, dan meningkatkan sifat mekanis seperti kekuatan, kekakuan, kekerasan, dan ketahanan abrasi atau pemakaian. *Filler* yang digunakan dalam resin komposit adalah partikel silika anorganik. Faktor-faktor yang penting lainnya yang menentukan sifat dan aplikasi klinis komposit adalah jumlah bahan pengisi yang ditambahkan, ukuran partikel dan distribusinya, radiopak, dan kekerasan (Craig, 2012).

Berdasarkan ukuran partikel fillernya, komposit dibagi menjadi empat yaitu *macrofiller*, *microfiller*, *hybrid*, *nanofiller* (Jung, dkk., 2007). Makin besar ukuran partikel maka ikatannya makin lemah dan mudah terjadi abrasi ketika makan, minum atau penyikatan gigi, menyebabkan yang tertinggal hanyalah resin matriks sehingga permukaan menjadi kasar. Partikel bahan pengisi umumnya berupa quartz atau kaca dengan ukuran partikel berkisar antar 0,1-100 μm yang diperoleh dengan penggilingan dan silika dengan ukuran koloidal $\pm 0,04 \mu\text{m}$ yang secara kolektif disebut bahan pengisi mikro dan diperoleh dari proses pirolitik atau pengendapan (Jung, dkk., 2007).

Bahan pengisi atau filler resin komposit biasanya dibuat dari komposisi anorganik yang halus dan terdiri dari barium, kaca

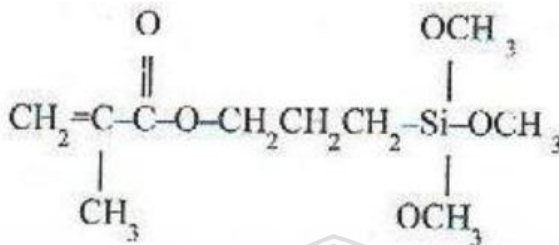
borosilikat atau gelas barium, strontium atau seng (Jung, dkk., 2007). Resin komposit bisa menjadi radiopak dengan memasukkan unsur atom seperti barium, strontium, zirkonium ke dalam bahan pengisi. Bahan pengisi dimasukkan ke dalam matriks resin untuk meningkatkan sifat bahan matriks. Bila bahan pengisi tidak benar-benar berikatan, bahan pengisi dapat melemahkan resin matriks. Bahan pengisi dihasilkan dari pengolahan quartz atau kaca untuk menghasilkan partikel yang berkisar dari 0,1-100 μ m. Quartz sering digunakan secara luas sebagai bahan pengisi tetapi memiliki kelemahan dimana sulit untuk dipoles dan dapat menyebabkan abrasi pada gigi atau restorasi antagonisnya.

c. Bahan Coupling

Matriks resin dan partikel bahan pengisi yang saling berikatan memungkinkan matriks polimer lebih fleksibel dalam meneruskan tekanan ke partikel pengisi yang lebih kaku. Ikatan antara keduanya diperoleh dengan adanya bahan coupling yaitu bahan interfisial yang menyatukan matriks resin dan *filler*, bahan ini berfungsi untuk mengikat *filler* ke matriks dan juga sebagai bahan stress absorber yang akan meneruskan tekanan dari matriks ke partikel pengisi (Jung, dkk., 2007).

Adapun kegunaannya yaitu untuk meningkatkan sifat mekanis dan fisik resin dan untuk menstabilkan hidrolitik dengan pencegahan air. Ikatan ini akan berkurang ketika komposit menyerap air dari penetrasi bahan pengisi resin (Jung, dkk., 2007). Bahan pengikat yang paling sering digunakan adalah *organosilanes* (3-

metoksi-propil-trimetiksilane) (Gambar 3). Selain itu, *zirconates* dan *titanates* juga sering digunakan.



Gambar 2.3. - *Methacryloxypropyltrimethoxysilane*

Ikatan antara bahan pengisi dan matriks resin dapat dipertahankan dengan penggunaan senyawa silikon organik atau bahan penghubung silane. Molekul silane memiliki kelompok reaktif pada kedua ujungnya dan dilapisi pada permukaan bahan pengisi oleh produsen sebelum pencampuran dengan oligomer. Selama polimerisasi, ikatan ganda pada molekul silane bereaksi dengan polimer matriks (Khatri, 2010). Hasil akhirnya adalah bahan dengan sifat kekuatan yang lebih besar daripada bahan pengisi atau matriks secara terpisah. Bonding juga dapat meningkatkan retensi bahan pengisi selama abrasi pada permukaan komposit. Akibatnya, partikel pengisi menjadi keras dan matriks yang dihasilkan menjadi lembut (Jung, dkk., 2007). Aplikasi bahan coupling yang tepat dapat meningkatkan sifat mekanis dan fisik serta memberikan kestabilan hidrolitik dengan mencegah air menembus antara permukaan bahan pengisi dan resin matriks.

2.1.2 Sifat-sifat Resin Komposit

Banyak faktor-faktor yang dapat mempengaruhi perubahan warna bahan restorasi kedokteran gigi. Perubahan warna bahan restorasi dapat terjadi secara instrinsik dan ekstrinsik. Faktor intrinsik meliputi perubahan kimia dari resin komposit itu sendiri, sedangkan faktor ekstrinsik meliputi staining akibat dari penyerapan atau penetrasi zat warna dari sumber eksogen, seperti kopi, wine, jus chery, kecap, nikotin, dan obat kumur. Telah diinformasikan bahwa pH yang rendah, misal pada cola (pH 2,7) dapat mempengaruhi integritas permukaan resin komposit melalui softening matrix. Penelitian sebelumnya juga mengatakan penambahan gula dapat meningkatkan perubahan warna (padiyar,2010)

Perubahan warna pada resin komposit ini berkaitan dengan sifat-sifat yang dimiliki resin komposit. Sifat-sifat khusus pada resin komposit ini yang dapat mempengaruhi stabilitas warna resin komposit sebagai bahan restorasi sewarna gigi. Dan telah diketahui bahwa warna merupakan parameter penting bagi bahan tambal estetik (Aleixio et al,2010)

a. Penyerapan Air

Penyerapan air dapat mengurangi physicomekanikal dari resin komposit termasuk kekerasan dan resistensi terhadap keausan. Curing dengan sinar yang tidak mencapai intensitas pada resin komposit dapat menyebabkan dengan mudah terjadinya penyerapan air . Resin komposit yang selalu mengabsorbsi air sepanjang waktu dapat menyebabkan perubahan warna pada resin komposit (mount and Hume, 2005). Kualitas dan kesetabilan dari coupling agen juga

sangat penting untuk meminimalkan besarnya penyerapan air akibat adanya kerusakan ikatan antara filler dan polimer matriks (Craig's et al,2006)

Proses penyerapan air pada matriks resin maupun bahan pengisi terjadi secara bersamaan. Bis-GMA dalam matriks resin memiliki gugus hidroksi (-OH) pada senyawa metakrilatnya yang bermuatan negatif sehingga mampu menarik dan menyerap air ke dalam resin komposit secara difusi. Penambahan TEGMA yang memiliki gugus ethoxy juga meningkatkan penyerapan air pada resin komposit Karena gugus ethoxy bersifat hidrofil dan memiliki daya tarik menarik terhadap molekul air melalui ikatan hydrogen pada air terhadap oksigen pada gugus ethoxy. Hal ini terjadi karena molekul air merupakan pelarut dengan gugus polar yang dapat di tarik oleh senyawa lain yang bermuatan negatif maupun positif

Penyerapan air pada resin komposit juga dapat merusak ikatan siloxan antara silane dan bahan pengisi menjadi gugus silanol yang memiliki gugus hidroksi (Si-OH). Air berkontak dengan resin komposit terhidrolisis dan oksigen pada ikatan siloxane (Si-OH-Si) menarik hydrogen air. Hal ini menyebabkan degenerasi antara bahan pengikat dan bahan pengisi sehingga terbentuk celah-celah pada bahan restorasi di daerah antara matriks dan bahan pengisi mengakibatkan terjadinya penyerapan air secara difusi dan absorpsi pada permukaan bahan pengisi. Hal ini menyebabkan resin komposit merenggang dan air mudah masuk terserap ke dalam resin komposit (Khatimah dkk., 2012). Sifat resin komposit dengan matriks dengan

mekanisme penyerapan cairan ini menyebabkan perubahan warna (Dewi dkk., 2012).

b. Kelarutan

Kelarutan dari komposit bervariasi dari 0,25-2,5 mg/mm, intensitas sinar dan durasi penyinaran yang tidak adekuat dapat menghasilkan polimerisasi yang tidak sempurna. Penyinaran bahan komposit setidaknya 30-40 detik untuk mendapatkan polimerisasi yang maksimal. Penyinaran yang tidak adekuat mengakibatkan mengerasnya lapisan luar saja dan lapisan dalam yang tidak matang atau lunak. Intensitas sinar harus diperhatikan, untuk itu ujung alat sinar harus diletakkan sedekat mungkin dengan permukaan tumpatan (1mm) tanpa menyentuh. Idealnya resin komposit memiliki ketebalan bahan 2-2,5 mm sehingga sinar dapat menembus masuk sampai lapisan paling bawah (Alexandra, 2006). Polimerisasi resin komposit yang tidak adekuat juga dapat meningkatkan penyerapan air dan kelarutan sehingga memungkinkan terjadinya perubahan warna (Craig's et al. 2006)

Resin komposit juga dapat mengalami pengurangan volume (shrinkage) akibat polimerisasi. Material resin komposit membutuhkan ikatan yang baik dengan dinding kavitas gigi untuk memperoleh intergritas marginal yang baik. Adanya pengurangan volume menyebabkan tekanan internal yang mempengaruhi stabilitas mekanik dan kimiawi restorasi yang berakibat hilangnya integritas marginal akhir, kebocoran marginal tidak dapat dihindari. Timbulnya *microcracks* (retakan) dan *microvoid* (ruang kosong) menyebabkan saliva dan berbagai macam cairan yang ada di rongga mulut

berpenetrasi dan menyebabkan sensitivitas setelah penumpatan, perubahan warna pada margin restorasi, karies berulang, dan fraktur (Monteiro et al, 2010)

c. Stabilitas Warna

Warna dan kesesuaian warna dengan gigi asli merupakan hal penting bagi restorasi estetik, perubahan warna dan hilangnya kesesuaian warna dengan gigi asli merupakan alasan penambalan ulang resin komposit. Perubahan warna pada resin komposit terjadi karena adanya proses oksidasi, pertukaran air yang terjadi di dalam matriks polimer, dan interaksinya dengan area yang tidak terpolimerisasi. Stabilitas warna pada komposit telah diuji dengan perendaman di dalam berbagai macam larutan seperti kopi, teh, jus anggur dan wine. Komposit sangat rentan terhadap perubahan warna dan mudah mengalami staining (craig's et al. 2006)

d. Perubahan Warna Pada Resin Komposit

Resin komposit merupakan bahan tumpatan dengan *clinical aesthetica* yang bagus karena memiliki warna mirip dengan gigi asli (Power, 2002). Tetapi perubahan warna pada permukaan tumpatan resin komposit merupakan hal yang tidak dapat dihindari. Hal tersebut dipengaruhi oleh permukaan restorasi resin komposit yang tidak halus setelah pemolesan, sehingga makanan dan zat warna dapat beretensi pada permukaan kasar tersebut. Kekasaran permukaan resin komposit dipengaruhi oleh jenis partikel filler yang digunakan. Untuk mengurangi perubahan warna yang terjadi maka dikembangkan resin komposit dengan filler yang lebih kecil (Craig, 2012).

Semakin kecil ukuran filler, semakin halus permukaan resin komposit. Maka perubahan warna akan semakin sulit untuk terjadi. Selain itu urethane dimethacrylate (UDMA) pada resin komposit mempunyai ketahanan yang lebih baik terhadap zat penyebab perubahan warna daripada Bis-GMA maupun TEGDMA. Berdasarkan penelitian Ertas et al, air memiliki kemampuan untuk memberikan perubahan warna paling kecil. Perubahan warna akibat air lebih sedikit daripada akibat cola, sementara perubahan warna akibat cola lebih sedikit daripada akibat teh, dan perubahan warna akibat teh lebih sedikit dibandingkan dengan akibat kopi. Terakhir, anggur merah merupakan minuman yang menyebabkan perubahan warna paling banyak (Craig, 2012).

Warna memiliki peran penting dalam meraih tingkat estetik yang optimum. Syarat bahan tumpat estetik harus sesuai dengan gigi asli baik dari warna, translusensi, maupun tekstur. Bahan tumpat estetik juga harus mampu menjaga stabilitas warna dalam jangka waktu yang lama. Kekurangan resin komposit adalah dapat berubah warna bila berkontak dengan zat pewarna (Wahyu dkk, 2010).

Perubahan warna pada resin komposit terjadi karena faktor instrinsik dan ekstrinsik (Craig, 2012). Faktor instrinsik berasal dari bahan material resin komposit itu sendiri, berupa perubahan warna yang terjadi pada matriks resin atau pada celah penghubung matriks dan filler. Faktor ekstrinsik berasal dari terakumulasinya plak dan staining akibat penetrasi zat warna dari kontaminasi eksogen. Derajat perubahan warna eksogen di pengaruhi oleh kebersihan mulut, makanan dan minuman yang dikonsumsi (Craig, 2012).

2.1.3 Macam Resin Komposit

Berdasarkan pada ukuran rata-rata pada bahan pengisi utama, resin komposit diklasifikasikan ke dalam tiga macam yaitu komposit konveksional, komposit berbahan pengisi partikel kecil, dan komposit berbahan pengisi mikro. Untuk hybrid, dapat merupakan bahan yang menggunakan bahan pengisi dari ketagori kecil atau konvensional dalam kombinasi dengan bahan pengisi mikro (Anusavice et al. 2004)

Variasi ukuran partikel filler dapat menghasilkan peningkatan jumlah dari filler terdapat matriks komposit yang kemudian memberikan kekuatan ekstra. Karena adanya hubungan antara peningkatan jumlah filler (Moezzyzadeh, 2012). Tipe restorasi berdasarkan kegunaannya yaitu multipurpose, nanocomposite, mikrofilled, packable, flowable, laboratory (core dan provisional) serta compomers (power et al, 2006)

a. Komposit Konvensional

Komposit konvensional atau komposit berbahan pengisi mikro merupakan komposit dengan ukuran partikel yang relatif besar. Bahan pengisi yang paling sering digunakan pada bahan komposit ini adalah quartz yang digiling. Ukuran rata-rata 8-12 μm namun partikel berukuran 50 μm pun ada (Anusavice et al. 2004)

Komposit konvensional memiliki kekerasan yang lebih besar dibandingkan dengan akrilik. Peningkatannya berhubungan dengan penambahan bahan pengisi dan struktur ikatan silang dan resin. Komposit juga lebih tahan terhadap abrasi dibandingkan dengan akrilik, namun bahan ini memiliki permukaan yang kasar sebagai

akibat selektif pada matriks resin yang lebih lunak yang mengelilingi partikel bahan pengisi yang lebih keras (Anusavice et al. 2004)

b. Komposit Mikro

Komposit mikro tersusun dari partikel berdiameter 0.04-0,2 μm dengan area permukaan yang sangat baik. Komposit jenis ini mendukung peningkatan resin dengan bantuan partikel pengisi, sehingga komposit ini memiliki area permukaan yang halus. Filler terdiri atas kumpulan microfine silika pada aglomerasi yang diolah menjadi partikel berdiameter hingga 20 μm . Hasil filler tersebut dapat ditambahkan ke oligomer dalam konsentrasi, sehingga unsur inorganik dapat ditingkatkan sampai dengan 32-50% dari volume, atau 50-60% dari berat (Anusavice et al. 2004; power et al. 2006)

c. Komposit Berbahan Pengisi Partikel Kecil

Komposit ini dikembangkan dalam usaha memperoleh kehalusan dari komposit mikro dengan tetap mempertahankan atau bahkan meningkatkan sifat mekanis dan fisis dari komposit konvensional. Bahan pengisi inorganik digiling menjadi ukuran yang lebih kecil dibandingkan yang biasa digunakan pada komposit konvensional. Rata-rata ukuran bahan pengisi untuk komposit ini berkisaran 1-5 μm , tetapi penyebaran amat besar. Distribusi penyebaran partikel yang luas ini memungkinkan tingginya muatan bahan pengisi, dan umumnya mengandung bahan pengisi inorganik yang lebih banyak (80% berat dan 60-65% volume dibandingkan dengan komposit konvensional (Anusavice et al. 2004)

Beberapa komposit berbahan pengisi partikel kecil ini menggunakan quartz sebagai bahan pengisi , tetapi kebanyakan memakai kaca yang mengandung logam berat. Matriks resin dari bahan ini serupa dengan komposit berbahan pengisi mikro dan konvensional. Bahan pengisi utama terdiri dari partikel tumbuk dilapisi silane. Silika koloidal umumnya ditambahkan dalam jumlah sekitar 5% berat untuk menyesuaikan kekentalan pasta (Anusavice et al. 2004)

d. Komposit Hybrid

Komposit hybrid terdiri dari kaca berbentuk irregular (borosilicate glass, lithium atau barium aluminium silicate , strontinum atau zinc glass), partikel quartz atau zirconia. Komposit ini mempunyai penyebarandari dua atau lebih ukuran fine partikel ditambah dengan microfine filler. Distribusi ini lebih efisien Karena partikel kecilnya mengisi tempat antara partikel besar. Microhybrid komposit tersusun dari partikel pengisi untuk filler 60-70% volume total atau 77-84% berat total (power et al. 2006)

Ada dua jenis partikel pengisi dalam komposit jenis hybrid. Pengisi hybrid modern terdiri dari silika koloida dan partikel kaca yang dihaluskan, yang mengandung logam berat mengisi kandungan bahan pengisi sebesar 75-80% berat. Kaca mempunyai ukuran partikel rata-rata 0,6-1 μm . Didalam distribusi ukuran yang tipikal 75% dari partikel yang dihaluskan lebih kecil dari 1,0 μm . silika koloidal membentuk 10-20% berat dari seluruh kandungan bahan pengisi (Anusavice et al. 2004)

Komposit hybrid memiliki sifat mekanik yang sangat serupa dengan komposit konvensional atau komposit mikro. Nilai kekuatan mudulusnya sedikit lebih besar tetapi tidak begitu signifikan. Hal ini dikarenakan pada komposit hybrid terdapat partikel berukuran besar yang dapat memberikan ketahanan yang besar terhadap tekanan (McCabe, 2008).

2.1.4 Teknologi Nano

Kurang dari 100nm melalui berbagai macam metode kimia maupun fisik untuk mendapatkan desain, fungsi, dan penampilan produk yang diinginkan. Nano teknologi juga melibatkan karakteristik dan pengaturan material-material pada level molekul atau atom. Pada ukuran nano, sifat fisik, kimia, dan biologis bahan menjadi berbeda dari sifat bahan tersebut ketika di level molekul atau atom maupun pada ukuran yang lebih besar (Al-Shalan, 2009)

US National Nanotechnology memprakarsai definisi teknologi nano dalam 3 terminologi berdasarkan kebutuhan. Pertama, teknologi nano ditujukan pada perkembangan teknologi di level atom, molekul, atau makromolekul dalam kisaran 1-100nm. Terminologi kedua dari teknologi nano adalah membuat dan menggunakan susunan, alat, dan system yang memiliki sifat-sifat dan fungsi-fungsi baru akibat ukurannya yang kecil. Selanjutnya, teknologi nano didefinisikan sebagai kemampuan untuk mengatur atau memanipulasi pada ukuran atom atau molekul.

Seiring perkembangan zaman, teknologi ini banyak diaplikasikan dalam kedokteran gigi terutama untuk menambal jaringan keras gigi (Craig dan Powers, 2006). Jaringan keras gigi

yaitu dentin, enamel, dan sementum tersusun dari unit-unit dalam ukuran nano. Oleh sebab itu, biomaterial buatan yang menyerupai aslinya dibutuhkan untuk mendapatkan sifat-sifat yang cocok dengan jaringan asli. Terdapat sejumlah hal yang mungkin dilakukan menggunakan teknologi nano untuk membuat material-material yang bijak dalam dunia kedokteran gigi, diantaranya adalah produksi material buatan yang sifat dan bentuk morfologinya serupa dengan jaringan asli gigi dan penggantian jaringan gigi yang hilang melalui regenerasi (Craig dan Powers, 2006).

2.1.5 Resin Nanofiller dan Nanohybrid

a. Nanofiller

Nanofiller komposit terdiri dari nanopartikel berukuran 1-100 nm yang terdapat pada matriks resin. Dengan menggunakan nanopartikel ini, komposit akan memiliki translusensi yang tinggi dan karena ukuran nanopartikel yang mendekati ukuran molekul polymer maka keduanya akan dapat berinteraksi dalam tingkat molekul pada resin matrik. Terdapat dua jenis nanopartikel yang disintesis untuk komposit nanofiller. Jenis pertama terdiri dari nanomerik partikel dengan dasar monodisperse non-aggregates dan non-agglomerated partikel yang berasal dari silika atau zirkonia. Jika hanya partikel nanomer yang digunakan, maka komposit akan memiliki *rheological* properti yang buruk. Untuk mengatasi kekurangan ini maka terdapat nanofiller jenis kedua yang disebut nanokluster. Nanokluster terbuat dari oksidasi nanomerik untuk membentuk clusters dimana ukuran partikel diatur distribusinya. Nanokluster merupakan sintesis dari silika ataupun campuran

oksidasi silika dan zirkonia. Ukuran partikel pada nanocluster adalah 5-75 nm. Pada nanokluster, nanopartikel berdiri sebagai partikel mandiri seperti gerombolan buah anggur. Cluster ini dapat berukuran dari 100 nm hingga 0.6 μm . Nanofiller komposit terdiri dari kombinasi nanomerik dan nanokluster.

Komposit nanofiller memiliki beberapa keuntungan. Dengan menggunakan nanokomposit, dapat diperoleh permukaan yang halus dan ketahanan poles yang lama. Selain itu, nanofiller memberikan translusensi yang baik. Hal ini disebabkan ukuran filler yang lebih kecil daripada gelombang cahaya sehingga didapatkan bayangan dan keopakan untuk restorasi gigi dengan range yang luas. Nanokomposit ini memiliki penampakan seperti email gigi asli .

b. *Nanohybrid*

Nanohybrid adalah campuran dari nanopartikel dengan *Microhybrid*. *Nanohybrid* memiliki kehalusan permukaan dan keausan yang lebih buruk dibandingkan dengan nanofiller. Kehalusan permukaan dan keausan ditentukan oleh besarnya partikel filler. *Nanohybrid* terdiri dari partikel besar 0.4-5 μm dan nanopartikel dengan ukuran 1-100 nm (Khatri, 2010).

Menurut penelitian de Moraes RR et al tentang kekasaran permukaan sebelum dan sesudah abrasi dengan sikat gigi, penyerapan air, dan kelarutan resin komposit, nanohybrid mempunyai sifat yang lebih inferior daripada nanofiller komposit (Supreme XT®). Bila dibandingkan dengan microhybrid, maka nanohybrid memiliki kualitas yang sama atau sedikit lebih bagus.

Diperkirakan pada kondisi klinis, nanohybrid resin tidak dapat memberikan hasil yang sama dengan nanofilled material.

Nanohybrid dan *Nanofiller* dapat menjadi tumpatan dengan estetika yang baik. Akan tetapi, nanohybrid memiliki kemungkinan yang lebih besar akan kehilangan partikel berukuran besar saat proses pengerjaan. Maka penggunaan nanohybrid dapat meningkatkan kemungkinan kehilangan permukaan yang halus seperti pada nanofiller (Khatri, 2010).

2.2 Colour Reader

Analisa warna dilakukan dengan menggunakan alat *color reader*. Alat ini dapat berfungsi untuk membedakan warna bahan kedalam tiga jenis nilai yaitu nilai *lightness*, nilai *hue*, dan nilai *chroma*. Nilai *lightness* menunjukkan gelap terangnya warna suatu bahan. Nilai *hue* ditujukan untuk mewakili panjang gelombang dominan yang menyatakan kisaran warna pada suatu bahan. Sedangkan nilai *chroma* berfungsi untuk menunjukkan besaran intensitas warna yang berkaitan dengan kejernihan atau pudarnya suatu warna tersebut, yaitu semakin rendah nilai *chroma*, maka warna tersebut akan semakin pudar atau pucat.



Gambar 2.4. Colour Reader Merk Shenzhen.

2.2.1 Cara Kerja Color Reader

Prinsip alat ini adalah mengukur parameter atau tristimulus warna XYZ menggunakan tiga buah filter X (merah), Y (hijau), dan Z (biru). Selain tiga buah filter, chromameter memiliki beberapa komponen penting antara lain adalah sumber cahaya, sensor, penguat, pengolah data dan display. *Color reader* merupakan alat yang digunakan untuk mengukur warna dari permukaan suatu objek. Prinsip dasar dari alat ini ialah interaksi antara energi cahaya diffus dengan atom atau molekul dari objek yang dianalisis. Alat ini terdiri atas ruang pengukuran dan pengolah data. Ruang pengukuran berfungsi sebagai tempat untuk mengukur warna objek dengan diameter tertentu. Setiap *color reader* dengan tipe berbeda memiliki ruang pengukuran dengan diameter yang berbeda pula. Sumber cahaya yang digunakan yaitu lampu xenon. Lampu inilah yang akan menembak permukaan sampel yang kemudian dipantulkan menuju sensor spektral. Selain itu, enam fotosel silikon sensitifitas tinggi dengan sistem sinar balik ganda akan mengukur cahaya yang direfleksikan oleh sampel.

Skema pengukuran dari *color reader* yaitu sampel diberi cahaya diffus dan diukur pada sudut tertentu. Cahaya diffus yang mengenai sampel dipantulkan pada sudut tertentu, kemudian diteruskan ke sensor spektral, lalu dihitung menggunakan komputer mikro. Data hasil pengukuran dapat berupa Y_{xy} (CIE 1931), $L^*a^*b^*$ (CIE 1976), Hunter Lab atau nilai tristimulus XYZ, yang sebelumnya diolah melalui pengolah data. Sistem pengukuran yang paling sering digunakan ialah sistem CIE $L^*a^*b^*$ atau CIELAB.

Sistem warna CIELAB merupakan suatu skala warna-warna yang seragam dalam dimensi warna. Rumus yang di gunakan untuk menghitung perubahan warna yaitu sebagai berikut :

$$\Delta E^* = \sqrt{(\Delta L)^2 + (\Delta a)^2 + (\Delta b)^2}$$

Keterangan :

ΔE^* = Total perubahan warna

ΔL^* = L^* sampel - L^* standar

Δa^* = a^* sampel - a^* standar

Δb^* = b^* sampel - b^* standar

ΔL^* = perbedaan terang dan gelap (+ = lebih terang, - = gelap)

Δa^* = perbedaan merah dan hijau (+ = merah, - = hijau)

Δb^* = perbedaan kuning dan biru (+ = lebih kuning, - = biru)

2.3 Coklat

Coklat merupakan hasil pengolahan dari tanaman kakao yang diambil bijinya (*Theobroma cacao*) yang pertama kali tumbuh di hutan hujan di Amerika Tengah dan Amerika Selatan (Morganelli, 2006). Banyak studi yang menginformasikan bahwa mengkonsumsi kakao memiliki banyak manfaat bagi kesehatan, terutama karena biji kakao mengandung senyawa kimia yang di butuhkan oleh tubuh seperti flavonoid dan antioksidan (Afoakwa, 2010). Beberapa manfaat kakao bagi kesehatan diantaranya adalah dapat mengurangi resiko kanker, penyakit kronis seperti penyakit kardiovaskular, dan penyakit lainnya yang berhubungan dengan usia (Afoakwa, 2010) (Association, 2005). Menurut Habiba (2013)

2.3.1 Coklat dan manfaatnya

Kakao merupakan tumbuhan yang berasal dari daerah hutan hujan tropis di Amerika Selatan yang berukuran kecil dan tumbuh terlindung pohon-pohon yang besar yang dewasa ini banyak di budidayakan di berbagai wilayah Indonesia (Widya, 2008). Kakao merupakan salah satu bahan pangan yang diperdagangkan antar negara yang memberikan manfaat dalam upaya peningkatan devisa Indonesia. Di Indonesia kakao menempati peringkat ke tiga ekspor dalam sektor perkebunan dalam penyumbang devisa negara (Suryani dan Zulfebriansyah, 2007). Menurut Evans (1998), biji kakao banyak diproduksi di Amerika Selatan, Amerika Tengah, India Barat, Afrika Barat, Sri Lanka dan Indonesia. Dari beberapa penelitian biji kakao mengandung 35-50% minyak/lemak, 15% pati, 0,07-0,36% kafein, 1-4% theobromine, 15% protein dan 0,05-0,36% senyawa kafein dan lemak kakao yang berasal dari nib kakao (biji kakao matang dan bebas dari kulit) sebanyak 43-53%. (Sudibyo, 2012).

Kakao kaya akan polifenol, kira-kira 12-18% dari berat kering keseluruhan biji. Kelompok polifenol utama dalam kakao adalah katekin dan epikatekin, antosianin, dan prosianidin. Kakao telah dilaporkan memiliki aktivitas antioksidan yang tinggi dibandingkan teh dan anggur merah. (Hiie, C.L. LAW, dkk 2009).

Coklat merupakan sebutan untuk makanan ataupun minuman dari olahan biji kakao yang pertama kali dikonsumsi oleh penduduk Mesoamerika kuno. Coklat merupakan produk pangan olahan yang bahan komposisinya terdiri dari pasta coklat,

gula, lemak kakao dan beberapa jenis tambahan citarasa (Kelishadi, 2005). Terdapat beberapa jenis produk coklat. Yang pertama coklat hitam (dark chocolate) yang terbuat dari pasta kakao dengan penambahan sedikit gula, yang kedua coklat susu (milk chocolate) yang terbuat dari pasta kakao, lemak kakao, gula dan susu bubuk, dan yang ketiga coklat putih (white chocolate) yang terbuat dari lemak kakao, gula dan susu bubuk (Rizza et. al., 2000). Coklat memiliki kandungan gizi yang beraneka ragam antara lain energi, protein, lemak, karbohidrat, kalsium, fosfor, zat besi, vitamin A, vitamin B1, vitamin B12, vitamin C, dan vitamin E (Biscuit Cake Chocolate and Confectionery Association, 2005). Menurut Habiba (2013),

Terdapat 3 jenis lemak dalam coklat, yaitu asam oleat (lemak tak jenuh tunggal), asam stearat, dan asam palmitat. Dari ketiganya, hanya asam palmitat yang memiliki efek buruk pada kesehatan tubuh karena merupakan lemak jenuh utama dalam produk daging dan susu. Mineral, kalsium dan potasium juga terkandung di dalam coklat. Coklat juga mengandung banyak magnesium dan fosfor. Fosfor penting bagi gigi dan pembentukan tulang pada anak-anak. Magnesium dapat mempertahankan fungsi otot dan saraf sehingga bermanfaat untuk menjaga tulang yang kuat dan sistem kekebalan tubuh yang sehat. Coklat juga mengandung vitamin A, B1, B12, C dan E yang diperlukan untuk pertumbuhan dan perkembangan tubuh.

2.3.2 Polifenol

Polifenol merupakan metabolit yang berlimpah dalam tumbuhan, khususnya buah buahan, biji, dan daun dan memiliki aktivitas pencegahan melawan penyakit infeksi dan degeneratif termasuk penyakit mulut. Berdasarkan penelitian telah ditemukan produk kakao mengandung penghambat enzim dextran sukrosa yang berperan dalam pembentukan plak polisakarida ekstraselular dari sukrosa. Penelitian selanjutnya menemukan bahwa polifenol kakao dapat menghambat *S. mutans* serta mengurangi pembentukan biofilm dan produk asam dari *S. mutans* dan *S. sanguinis* (Lolayekar, dkk 2012).

Polifenol yang juga dikenal dengan nama soluble tanin, merupakan metabolit sekunder yang terdapat dalam daun, biji dan buah dari tumbuhan tangkai tinggi. Keberadaannya dalam bidang pangan menjadi penting setelah ia dijadikan bagian diet manusia dan menyumbang terhadap citarasa makanan (Baxter et al. 1997 dalam Misnawi, 2003). Polifenol dalam produk coklat bertanggung jawab atas pembentukan rasa sepat (asam) melalui mekanisme pengendapan protein-protein yang kaya prolin dalam air ludah dan menyumbang rasa pahit khas coklat bersama alkaloid, beberapa amino, peptida dan pirazin (Misnawi, 2003).

Potensi biji kakao sebagai sumber antioksidan dan pewarna alami cukup besar, mengingat kandungan polifenolnya cukup tinggi. Biji kakao mengandung senyawa polifenol sebanyak 5 – 18 % . Senyawa polifenol biji kakao yaitu katekin 33 – 42 %, leukosianidin 23 – 25 % dan antosianin 5 %. Polifenol biji kakao

memiliki aktivitas antioksidan yang sangat bermanfaat bagi kesehatan tubuh dan dapat digunakan sebagai pewarna alami.

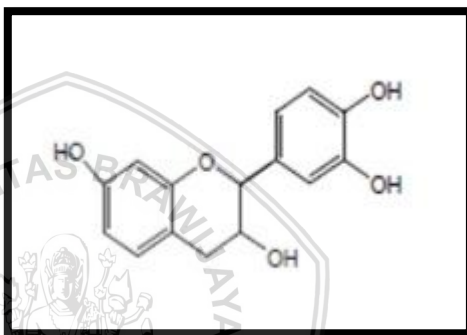
Keberadaan polifenol tidak hanya bertanggung jawab terhadap pembentukan rasa pahit dan sepat, tetapi juga menyebabkan karakteristik warna coklat dari biji kakao terfermentasi (William, 1971 dalam Misnawi, 2003). Selama fermentasi berlangsung, polifenol akan mengalami modifikasi biokimia melalui oksidasi dan polimerisasi serta berikatan dengan protein, sehingga mengurangi kelarutan dan efek sepatnya (Bovenhi and Coll, 2000 dalam Misnawi, 2003). Di saat yang sama, antosianin terhidrolisis menghasilkan antosianidin, galaktosa dan arabinosa. Di samping itu juga terjadi demineralisasi dari leukosianidin dan eksudasi flavonoid dari biji kakao. Selanjutnya, selama pengeringan jumlah polifenol berkurang terutama akibat pencoklatan enzimatis (Misnawi et al., 2003). Keberadaan polifenol pada konsentrasi yang tinggi dalam coklat memberi pengaruh negatif terhadap citarasa dan menghambat pembentukan komponen - komponen aroma selama penyangraian (Misnawi et al., 2004).



Gambar 2.5 : Coklat dan Bubuk Coklat (Misnawi, dkk 2004)

2.3.3 Tanin

Senyawa tanin adalah senyawa astringent yang memiliki rasa pahit dari gugus polifenolnya yang dapat mengikat dan mengendapkan atau menyusutkan protein. Tanin merupakan senyawa fenol yang larut dalam air dan memiliki berat molekul antara 500 dan 3000 Da.



a. Definisi Tanin

Secara struktural tanin adalah suatu senyawa fenol yang memiliki berat molekul besar yang terdiri dari gugus hidroksi dan beberapa gugus yang bersangkutan seperti karboksil untuk membentuk kompleks kuat yang efektif dengan protein dan beberapa makromolekul. Tanin ditemukan hampir di setiap bagian dari tanaman; kulit kayu, daun, buah, dan akar. Tanin dibentuk dengan kondensasi turunan flavan yang ditransportasikan ke jaringan kayu dari tanaman, tanin juga dibentuk dengan polimerisasi unit kuinon.

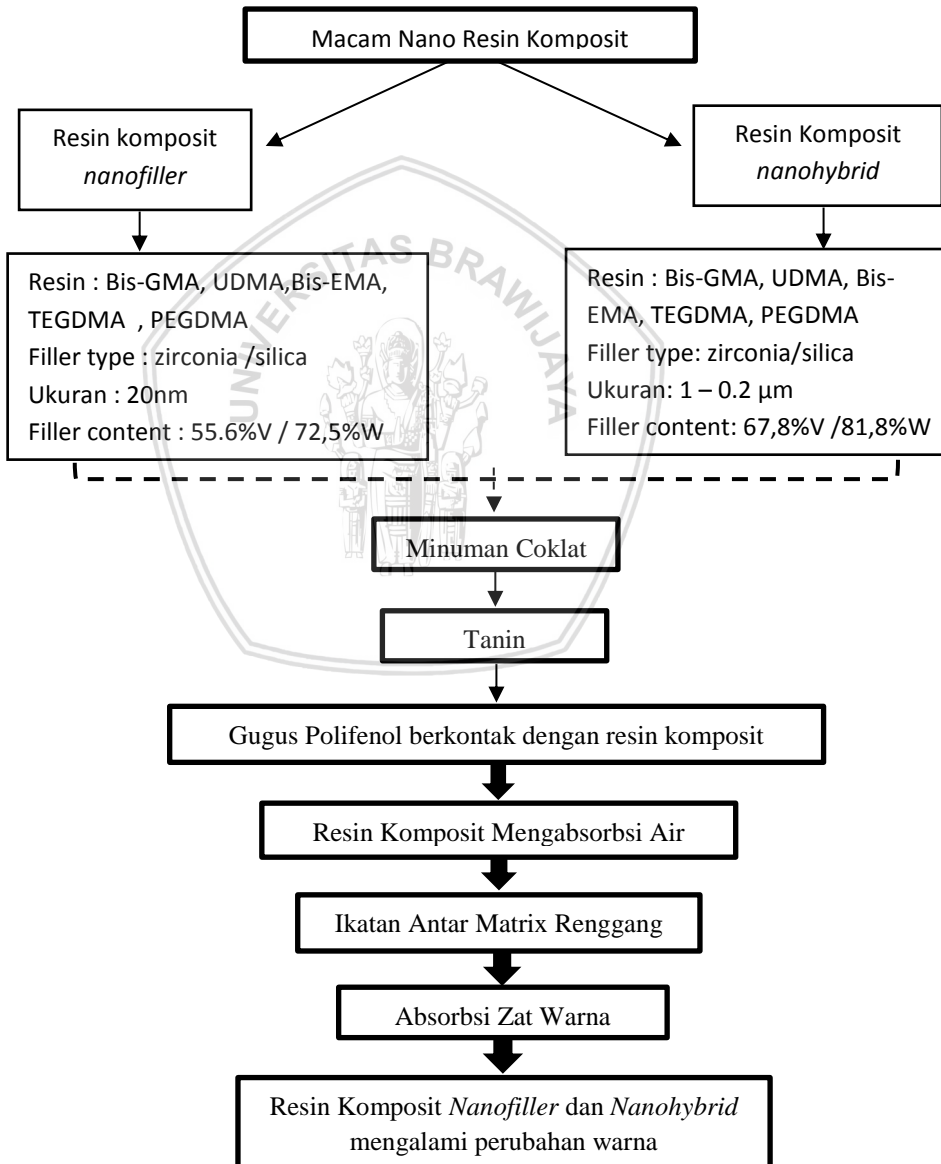
b. Sifat Tanin

1. Memiliki gugus phenol dan bersifat koloid.
2. Semua jenis tanin dapat larut dalam air, metanol, etanol, aseton dan pelarut organik lainnya. Kelarutannya besar dan akan bertambah besar apabila dilarutkan dalam air panas.
3. Umumnya tanin mempunyai berat molekul tinggi dan cenderung mudah dioksidasi menjadi suatu polimer, sebagian besar tanin bentuknya amorf dan tidak mempunyai titik leleh.
4. Tanin berwarna putih kekuning-kuningan sampai coklat terang, tergantung dari sumber tanin tersebut.
6. Warna tanin akan menjadi gelap apabila terkena cahaya langsung atau dibiarkan di udara terbuka.
7. Tanin mempunyai sifat atau daya bakterostatik, fungistatik dan merupakan racun.

BAB 3

KERANGKA KONSEP DAN HIPOTESA PENELITIAN

3.1 Kerangka Konsep



Jenis resin komposit yang digunakan yaitu resin Komposit *nanofiller* dan resin komposit *nanohybrid*. Komposisi resin komposit *nanofiller* yaitu terdiri atas resin Bis-GMA, UDMA, Bis-EMA, TEGDMA, PEGDMA dengan bahan filler berupa zirconia atau silika berukuran 20 nm. Sementara pada resin komposit *nanohybrid* terdiri atas resin Bis-GMA, UDMA, Bis-EMA, TEGDMA, PEGDMA dengan filler berupa zirconia atau silika berukuran 1-0.2 μ m (3M, 2014)

Minuman coklat mengandung tanin. Tanin merupakan senyawa kimia yang memiliki gugus polifenol, apabila gugus polifenol berkontak dengan resin komposit maka pigmen tanin dalam minuman coklat dapat menyebabkan terjadinya perubahan warna pada resin komposit karena resin komposit mempunyai sifat menyerap air secara perlahan-lahan. Kerentanan warna resin komposit dikaitkan dengan penyerapan air dan hidrofilisitas dari matrik resin komposit. Jika resin komposit dapat menyerap air, maka resin komposit juga mampu menyerap cairan lainnya yang menyebabkan perubahan warna pada resin komposit (Sitanggang dkk., 2015).

Resin komposit *nanofiller* memiliki kandungan TEGDMA yang lebih sedikit dan sebagai gantinya dilakukan penambahan UDMA yang menyebabkan resin komposit *nanofiller* lebih mudah diaplikasikan dan penyerapan air jauh lebih sedikit dibanding resin komposit lainnya. Hal tersebut yang akan menyebabkan perubahan warna pada resin komposit *nanofiller* lebih rendah dibanding dengan resin komposit *nanohybrid*.

3.2 Hipotesis

Setelah di lakukan perendaman dalam minuman coklat, tidak terdapat perbedaan bermakna pada durasi perendaman yang berbeda dan terdapat perbedaan yang bermakna antara komposit *Nanofiller* dan *Nanohybrid*



BAB IV

METODE PENELITIAN

4.1 Rancangan dan Desain Penelitian

Jenis penelitian yang digunakan adalah eksperimental laboratoris dengan rancangan penelitian *True experimental Pre - Post Test Group Design* untuk mengetahui perbedaan perubahan warna antara komposit Nanofiller dan komposit Nanohybrid setelah perendaman dalam minuman Coklat

4.2 Sampel Penelitian

4.2.1 Jumlah Sampel

Jumlah sampel (pengulangan) penelitian dihitung dengan menggunakan rumus Frederer (1963) dengan cara sebagai berikut :

$$(t-1) (n-1) > 15$$

Keterangan :

t = jumlah kelompok perlakuan

n = jumlah sampel (pengulangan)

$$(6-1) (n-1) \geq 15$$

$$5n - 5 \geq 15$$

$$5n \geq 20$$

$$n \geq 4$$

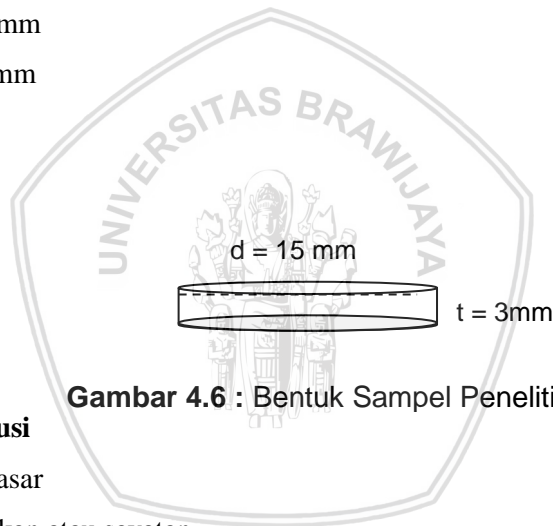
Berdasarkan rumus di atas, jumlah sampel minimal adalah 4 sampel untuk tiap kelompok, oleh karena itu dibutuhkan 24 sampel.

4.2.2 Kriteria Sampel Penelitian

Sampel yang digunakan pada penelitian ini adalah bahan komposit Nanofiller dan komposit Nanohybrid yang berbentuk silindris dengan kriteria sebagai berikut :

Kriteria Inklusi

1. Permukaan halus
2. Tidak ada retak
4. Diameter 15 mm
5. Ketebalan 3 mm
6. *Hard setting*



Gambar 4.6 : Bentuk Sampel Penelitian

Kriteria Eksklusi

1. Permukaan kasar
2. Terdapat retakan atau sayatan
4. Diameter < 15 mm
5. Ketebalan < 3 mm
6. Belum *hard setting*

4.3 Variabel Penelitian

4.3.1 Variabel Bebas

Perendaman dalam minuman coklat dan lama waktu perendaman.

4.3.2 Variabel Terikat

Variabel terikat dalam penelitian ini adalah perubahan warna bahan restorasi resin komposit *nanofiller* dan komposit *nanohybrid*.

4.3.3 Variabel Terkendali

Variable kendali dalam penelitian ini adalah proses pembuatan spesimen resin komposit *nanofiller* dan komposit *nanohybrid*, proses pembuatan minuman coklat, proses perendaman spesimen resin komposit *nanofiller* dan *nanohybrid* dan proses prosedur pengukuran warna.

4.4 Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Pengujian Mutu dan Keamanan Pangan, Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Brawijaya pada bulan oktober 2017.

4.5 Alat dan Bahan Penelitian

4.5.1 Bahan Dan Alat Untuk pembuatan Spesimen

- a. Light curing unit
- b. Komposit *Nanofiller* Dan *Nanohybrid* 3M
- c. Sedotan diameter 15 mm
- d. pengaris
- e. Plastic filling instrumental
- f. Seluloid strip
- g. Pinset

- h. Glass lab
- i. Bur poles komposit (pogo, enhance)

4.5.2 Bahan Dan Alat Untuk Membuat Minuman Coklat

- a. Bubuk coklat alami 100%
- b. Air panas suhu 85⁰
- c. Thermometer
- d. Gelas ukur
- e. Sendok pengaduk

4.5.3 Bahan dan Alat untuk Perendaman

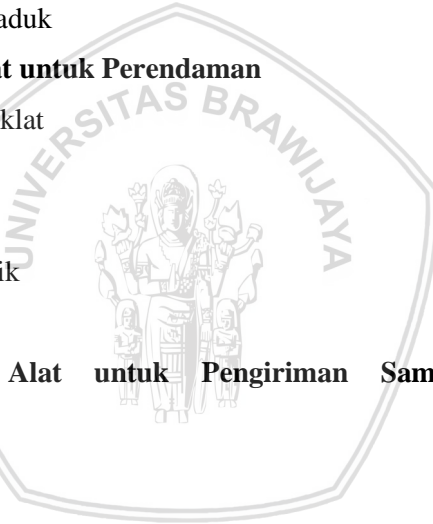
- a. Minuman coklat
- b. Inkubator
- c. Pinset
- d. Wadah plastik
- e. Kertas label

4.5.4 Bahan dan Alat untuk Pengiriman Sampel ke Laboratorium

- a. Plastik klip
- b. Kasa
- c. Wadah plastik besar
- d. Kertas label

4.5.5 Bahan dan Alat untuk Pengujian Warna

- a. *Glass slab*
- b. Plastik klip
- c. *Colour reader*





Gambar 4.7: Color Reader di Lokasi Penelitian

4.6 Definisi Operasional

1. *Komposit Nanohybrid* merupakan restorasi sewarna gigi yang terdiri dari Kombinasi dua atau lebih material yang mengandung resin Bis-GMA, UDMA, Bis-EMA, TEGDMA dan filler zirkonia/silika dengan ukuran partikel rata-rata (1 – 0,2 μ m).
2. *Komposit Nanofiller* restorasi sewarna gigi yang terdiri dari Kombinasi dua atau lebih material yang mengandung resin Bis-EMA, UDMA, Bis-EMA, TEGDMA dan filler zirkonia /silika dengan ukuran partikel 20 nm.
3. *Minuman coklat* di peroleh dari biji kakao yang telah di fermentasikan dan di halus kan menjadi bubuk.
4. *Colour reader*, alat yang berfungsi untuk membedakan warna bahan ke dalam tiga jenis nilai yaitu nilai *lightness* (gelap-terang), nilai *hue* (kisaran warna), dan nilai *chroma* (intensitas warna) (Yuan, 2007).

4.7 Prosedur Penelitian

4.7.1 Persiapan Spesimen

1. Siapkan sedotan diameter 15 mm sebagai cetakan
2. Potong setinggi 3 mm sebanyak 24 buah
3. Letakkan di atas glass lab dan lapisi dengan seluloid strip
4. Aplikasikan resin komposit nanofiller dan komposit nanohybrid ke dalam cetakan sebanyak 24 spesimen , 12 spesimen resin komposit *nanofiller* dan 12 spesimen komposit *nanohybrid* menggunakan plastic filling instrument
5. Tutup dengan seluloid strip.
6. Ambil seluloid strip.
7. Lakukan penyinaran dengan light curing. Ujung light curing tegak lurus dengan permukaan cetakan (1mm) selama 40 detik yang terbagi menjadi 20 detik pada sisi kanan dan 20 detik pada sisi kiri
8. Keluarkan resin komposit dari cetakan
9. Pemolesan

4.7.2 Pembuatan Minuman Coklat

1. Menakar bubuk Coklat sebanyak 5 gram ke dalam gelas ukur tahan panas.
2. Menuangkan air panas dengan suhu 85° sebanyak 230 ml.
3. Mengaduk menggunakan sendok pengaduk.
4. Meletakkan thermometer ke dalam gelas ukur.

4.7.3 Prosedur Perendaman dan Perlakuan Sampel

1. Seluruh sampel sebelum perlakuan, dimasukkan dalam wadah yang berbeda dengan label nomor k1 – k6 dan direndam aquades selama 24 jam, kemudian diuji dengan *color reader*.
2. Membuat minuman coklat dan menunggu hingga suhu turun mencapai menjadi 37° .
3. Menuangkan minuman coklat ke dalam wadah plastik sebanyak 5 ml, kemudian memasukkan sampel ke dalam wadah plastik menggunakan pinset sesuai dengan nomor awal sampel.
4. Memasukkan wadah plastik ke dalam inkubator yang telah diatur dengan suhu 37° , kemudian sampel direndam selama 3 hari, 5 hari dan 7 hari. Untuk minuman coklat diganti dengan yang baru setiap 24 jam.
5. Sampel yang telah mencapai durasi perendaman dikeluarkan dari wadah, kemudian ditiriskan di atas kasa hingga kering.
6. Memasukkan sampel yang telah kering ke dalam plastik klip berlabel sesuai dengan nomor awal sampel.

4.7.4 Pengukuran Warna Sampel

1. Sampel diletakkan di atas *glass slab*.
2. Mengukur warna dengan menggunakan *color reader*.
3. Mengukur warna sampel berurutan sesuai dengan nomor sampel.
4. Mencatat nilai L^* , a^* , dan b^* .
5. Menghitung perubahan warna antara sampel sebelum perlakuan dan sampel setelah perlakuan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$\Delta E^* = \sqrt{(\Delta L)^2 + (\Delta a)^2 + (\Delta b)^2}$$

Keterangan :

ΔE^* = Total perubahan warna

ΔL^* = L^* sampel - L^* standar

Δa^* = a^* sampel - a^* standar

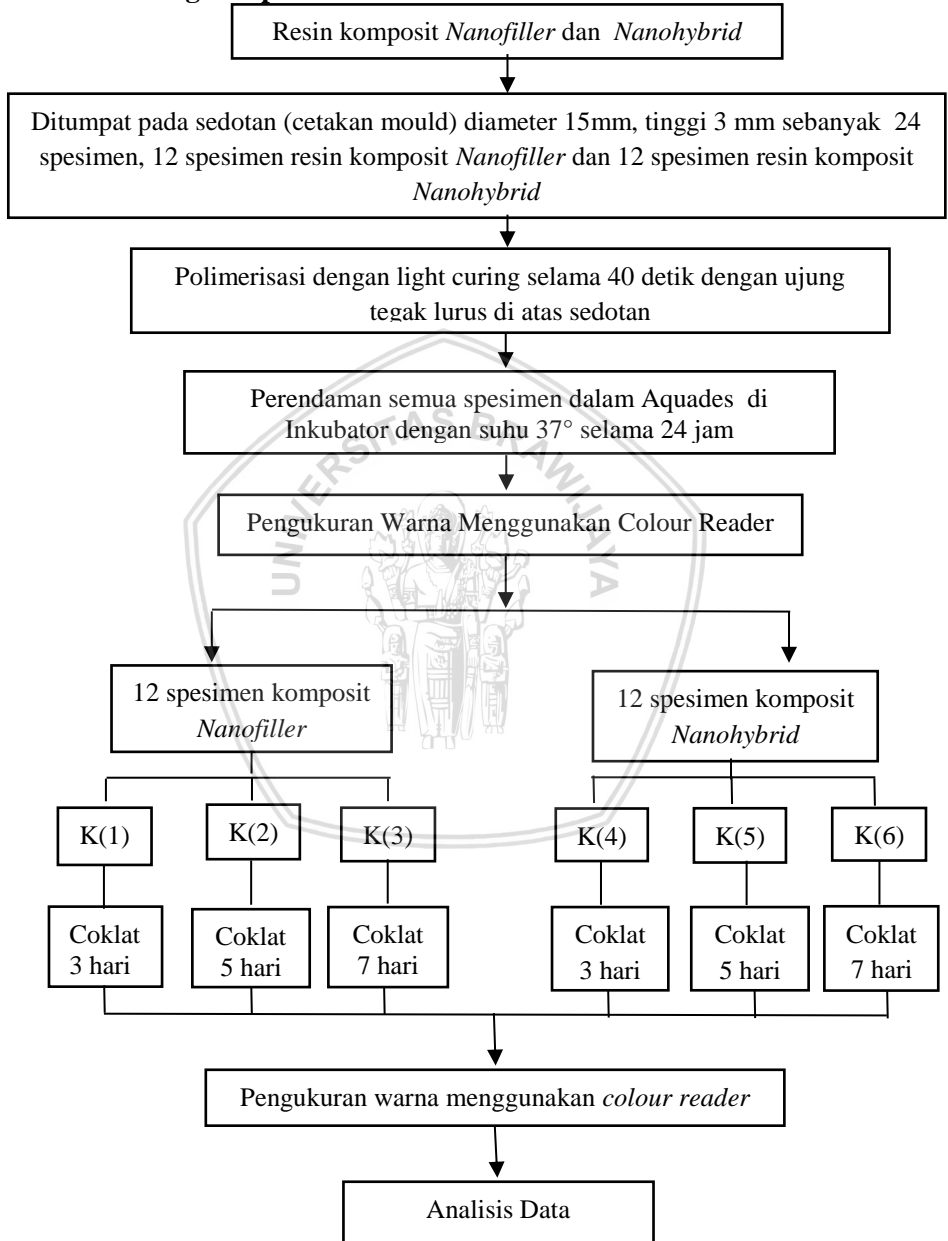
Δb^* = b^* sampel - b^* standar

ΔL^* = perbedaan terang dan gelap (+ = lebih terang, - = gelap)

Δa^* = perbedaan merah dan hijau (+ = merah, - = hijau)

Δb^* = perbedaan kuning dan biru (+ = lebih kuning, - = biru)

4.8 Kerangka Oprasional Penelitian



4.9 Metode Analisis Data

Terlebih dahulu dilakukan uji untuk melihat distribusi sampel dengan menggunakan uji Kolmogorov-Smirnov, apabila nilai $p > 0,05$ berarti seluruh sampel terdistribusi normal. Kemudian dilanjutkan dengan uji homogenitas menggunakan Levene's test, apabila nilai $p < 0,05$ berarti seluruh sampel telah homogen. Jika seluruh sampel terdistribusi normal dan homogen, dilanjutkan dengan uji One Way Anova untuk mengetahui ada tidaknya perbedaan perubahan warna pada masing-masing jenis komposit dalam durasi perendaman yang berbeda. Namun, apabila sampel tidak normal, uji yang digunakan untuk mengetahui ada tidaknya perbedaan perubahan warna antara komposit Komposit Nanohybrid adalah uji Kruskal Wallis.

Setelah itu dilakukan uji untuk mengetahui perbedaan perubahan warna antara Komposit Nanofiller dan Komposit Nanohybrid menggunakan T-Test apabila sampel normal. Namun apabila sampel tidak normal maka untuk mengetahui perbedaan perubahan warna antara Komposit Nanofiller dan Komposit Nanohybrid menggunakan uji Wilcoxon.

BAB V

HASIL PENELITIAN DAN ANALISA DATA

5.1 Hasil Penelitian

Penelitian yang telah dilakukan menggunakan 24 sampel yang terbagi dalam 6 kelompok dan masing-masing kelompok terdiri atas 4 buah sampel, yaitu K(1) terdiri atas 4 buah sampel resin komposit *nanofiller* direndam dalam saliva buatan selama 24 jam kemudian direndam minuman coklat selama 3 hari, K(2) terdiri atas 4 buah sampel resin komposit *nanofiller* direndam dalam saliva buatan selama 24 jam kemudian direndam dalam minuman coklat selama 5 hari, K(3) terdiri atas 4 buah sampel resin komposit *nanofiller* direndam dalam saliva buatan selama 24 jam kemudian direndam dalam minuman coklat selama 7 hari, K(4) terdiri atas 4 buah sampel resin komposit *nanohybrid* direndam dalam saliva buatan selama 24 jam kemudian direndam dalam minuman coklat selama 3 hari, K(5) terdiri atas 4 buah sampel resin komposit *nanohybrid* direndam dalam saliva buatan selama 24 jam kemudian direndam dalam minuman coklat selama 5 hari, dan

K(6) terdiri atas 4 buah sampel resin komposit *nanohybrid* direndam dalam saliva buatan selama 24 jam kemudian direndam dalam minuman coklat selama 7 hari.

Setelah direndam dalam saliva buatan selama 24 jam, sampel kemudian diuji warna menggunakan *colour reader*. Sampel yang telah diuji warnanya kemudian diberi perlakuan dengan direndam dalam minuman coklat sesuai durasi perendaman yang ditetapkan. Setelah direndam dalam minuman coklat, kemudian sampel diuji kembali menggunakan *colour reader*, lalu hasilnya dibandingkan dengan hasil uji warna sampel sebelum perlakuan (setelah direndam saliva) menggunakan rumus warna *CIE LAB* sehingga didapatkan nilai total perubahan warna (ΔE) sebagai berikut :

Tabel 5.1 Hasil Uji Warna Sampel Resin Komposit *Nanofiller*

Durasi Perendaman	ΔE Sampel 1	ΔE Sampel 2	ΔE Sampel 3	ΔE Sampel 4	Rata-rata ΔE
3 hari	3	1,2	1,2	1,3	1,7
5 hari	1,1	1,7	2	0,8	1,4
7 hari	0,9	1,9	1,4	2,4	1,6

Tabel 5.1 memperlihatkan bahwa nilai warna sampel resin komposit *nanofiller* setelah perendaman dalam minuman coklat mengalami perubahan. Rata-rata ΔE (nilai total perubahan warna) pada kelompok sampel dalam durasi perendaman 3 hari adalah sebesar 1,7; perendaman 5 hari adalah 1,4; dan perendaman 7 hari adalah 1,6.

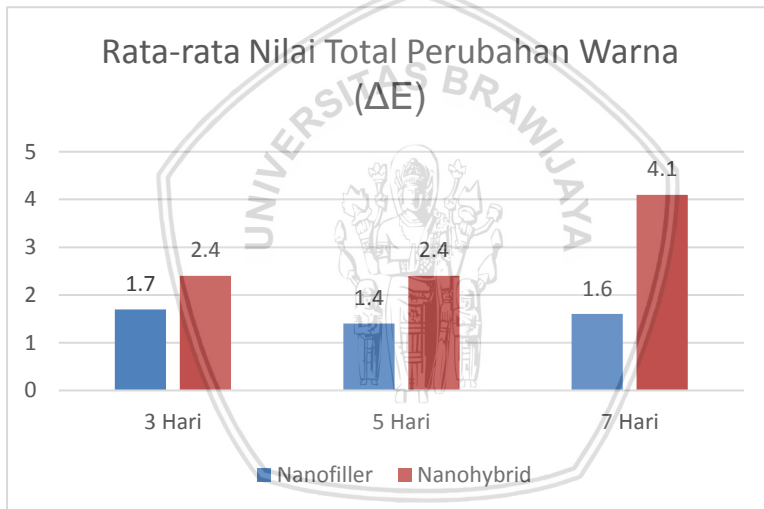
Tabel 5.2 Hasil Uji Warna Sampel Resin Komposit *Nanohybrid*

Durasi Perendaman	ΔE Sampel 1	ΔE Sampel 2	ΔE Sampel 3	ΔE Sampel 4	Rata-rata ΔE
3 hari	2,4	3,2	2	2	2,4
5 hari	2,4	2,3	1,9	3	2,4
7 hari	8	2,4	2,3	4	4,1

Tabel 5.2 memperlihatkan bahwa nilai warna sampel resin komposit *nanohybrid* setelah perendaman dalam minuman coklat mengalami perubahan. Rata-rata ΔE (nilai total perubahan warna) pada kelompok sampel dalam durasi perendaman 3 hari adalah sebesar 2,4; perendaman 5 hari adalah 2,4; dan perendaman 7 hari adalah 4,1.

Perbedaan perubahan warna antara komposit *nanofiller* dan komposit *nanohybrid* dapat dilihat pada grafik berikut :

Grafik 5.1 Perbedaan Perubahan Warna Komposit *Nanofiller* dan *Nanohybrid*



Grafik 5.1 menunjukkan bahwa nilai perubahan warna komposit *nanofiller* lebih rendah daripada komposit *nanohybrid*.

5.2 Analisa Data

Data yang telah diperoleh dalam penelitian kemudian dianalisis secara statistika. Data nilai total perubahan warna (ΔE) yang telah terkumpul pertama-tama dianalisis dengan menggunakan uji normalitas dan uji homogenitas. Apabila data telah terdistribusi normal dan homogen, maka dilanjutkan dengan uji One Way Anova untuk mengetahui apakah terdapat perbedaan perubahan warna dalam masing-masing jenis resin komposit pada durasi perendaman yang berbeda. Kemudian dilakukan uji untuk mengetahui perbedaan perubahan warna antara resin komposit *nanofiller* dengan resin komposit *nanohybrid* dengan menggunakan Independent T-Test.

5.2.1 Statistik Resin Komposit *Nanofiller*

5.2.1.1 Uji Normalitas Komposit *Nanofiller*

Uji normalitas dilakukan untuk mengetahui distribusi dari sampel. Pada penelitian ini, uji normalitas data dilakukan dengan Kolmogorov-Smirnov Test. Dari tabel, didapatkan

bahwa hasil uji menunjukkan ($P\text{-value} = 0,784$) $> 0,05$ maka distribusi data dinyatakan memenuhi asumsi normalitas.

5.2.1.2 Uji Homogenitas Komposit *Nanofiller*

Uji ini bertujuan untuk mengetahui apakah sampel memiliki varian yang homogen atau tidak. Pada penelitian ini, uji homogenitas yang digunakan adalah uji Levene. Data dapat dikatakan homogen apabila nilai signifikansi yang dihasilkan dari uji Levene adalah lebih besar dari 0,05 atau $p > 0,05$. Dari tabel terlihat bahwa hasil uji menunjukkan bahwa varian ketiga kelompok tersebut sama ($P\text{-value} = 0,636$), sehingga uji Anova valid untuk menguji hubungan ini.

5.2.1.3 Uji *One Way Anova* Komposit *Nanofiller*

Uji one way anova dilakukan untuk mengetahui perubahan warna Komposit *Nanofiller* yang terjadi dalam ketiga kelompok perlakuan. Pada penelitian ini, hasil dari uji one way anova menunjukkan nilai signifikansi pada kolom Sig. yaitu Sig. ($P\text{-value}$) = 0,834, sehingga kesimpulan yang didapatkan adalah tidak terdapat perbedaan yang bermakna dari ketiga kelompok perlakuan.

5.2.2 Statistik Resin Komposit *Nanohybrid*

5.2.2.1 Uji Normalitas

Uji normalitas dilakukan untuk mengetahui distribusi dari sampel. Pada penelitian ini, uji normalitas data dilakukan dengan Kolmogorov-Smirnov Test. Dari tabel, terlihat bahwa hasil uji menunjukkan ($P\text{-value} = 0,218$) $> 0,05$ maka distribusi data dinyatakan memenuhi asumsi normalitas.

5.2.2.2 Uji Homogenitas

Uji ini bertujuan untuk mengetahui apakah sampel memiliki varian yang homogen atau tidak. Pada penelitian ini, uji homogenitas yang digunakan adalah uji Levene. Data dapat dikatakan homogen apabila nilai signifikansi yang dihasilkan dari uji Levene adalah lebih besar dari 0,05 atau $p > 0,05$. Dari tabel didapatkan bahwa hasil uji menunjukkan bahwa varian ketiga kelompok tersebut sama ($P\text{-value} = 0,056$), sehingga uji Anova valid untuk menguji hubungan ini.

5.2.2.3 Uji *One Way Anova* Komposit *Nanohybrid*

Uji one way anova dilakukan untuk mengetahui perubahan warna Komposit *Nanohybrid* yang terjadi dalam

ketiga kelompok perlakuan. Pada penelitian ini, hasil dari uji one way anova menunjukkan nilai signifikansi pada kolom Sig. yaitu Sig. (P-value) = 0,245, sehingga kesimpulan yang didapatkan adalah tidak terdapat perbedaan yang bermakna dari ketiga kelompok perlakuan.

5.2.3 Independent T-Test Komposit *Nanofiller* dan Komposit *Nanohybrid*

Pada penelitian ini, komposit *nanofiller* dan komposit *nanohybrid*. adalah 2 kelompok bebas, sehingga uji komparatif yang digunakan untuk mengetahui apakah terdapat perbedaan perubahan warna pada keduanya adalah Independent T-Test. Mean atau rerata pada kelompok komposit *nanofiller* nilainya adalah 1,575 di mana lebih rendah dari kelompok komposit *nanohybrid*. yaitu 2,9917. Kemudian untuk mengetahui perbedaan tersebut bermakna atau tidak adalah dengan melihat nilai p value. Pada kasus di atas nilai p value sebesar 0,013 di mana $< 0,05$. Karena $< 0,05$ maka kesimpulannya terdapat perbedaan bermakna secara statistik atau dikatakan signifikan pada probabilitas 0,05.

Besarnya perbedaan rerata atau mean kedua kelompok ditunjukkan pada kolom *Mean Difference*, yaitu -1,41667. Karena bernilai negatif, maka berarti kelompok komposit *nanofiller* memiliki Mean lebih rendah dari pada kelompok komposit *nanohybrid*. Dengan kata lain, kelompok komposit nanohybrid memiliki Mean lebih tinggi dari kelompok komposit nanofiller.



BAB VI

PEMBAHASAN

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perbedaan perubahan warna antara resin komposit *nanofiller* dengan resin komposit *nanohybrid* setelah perendaman dalam minuman coklat. Hal-hal yang berpengaruh dalam penelitian ini yaitu : ukuran sampel dan pembuatan minuman coklat. Ukuran sampel adalah berdiameter 15 mm dan tinggi 2 mm telah disesuaikan dengan kapasitas alat uji warna yaitu *colour reader*. Pembuatan minuman coklat dilakukan dengan air mendidih suhu 85°C sesuai aturan pabrik karena pada suhu tinggi (98,8°) tanin akan terurai. Penyimpanan sampel selama perlakuan adalah di dalam inkubator dengan suhu 37°C karena mengikuti suhu normal rata-rata rongga mulut manusia. Durasi perendaman dalam minuman coklat yang digunakan adalah 3 hari atau setara dengan minum coklat satu kali 15 menit per hari selama 1 tahun, 5 hari atau setara dengan minum coklat satu kali 15 menit per hari selama 1,5 tahun, dan

7 hari atau setara dengan minum coklat satu kali 15 menit per hari selama 2 tahun.

Warna resin komposit *nanofiller* setelah perendaman dalam minuman coklat mengalami perubahan dengan rata-rata ΔE (nilai total perubahan warna) yaitu: durasi perendaman 3 hari adalah 1,7, perendaman 5 hari adalah 1,4 dan perendaman 7 hari adalah 1,6 . Hal tersebut menunjukkan bahwa semakin lama durasi perendaman tidak berarti perubahan warna resin komposit *nanofiller* semakin tinggi.

Sementara itu perubahan warna resin komposit *nanohybrid* setelah perendaman yaitu, rata-rata ΔE (nilai total perubahan warna) pada kelompok sampel resin komposit *nanohybrid* dalam durasi perendaman 3 hari adalah sebesar 2,4; perendaman 5 hari adalah 2,4; dan perendaman 7 hari adalah 4,1.

Perubahan stabilitas warna resin komposit memiliki etiologi multifaktorial yang melibatkan faktor-faktor intrinsik dan ekstrinsik. Faktor intrinsik seperti matriks resin, polimerisasi yang tidak sempurna hingga menyebabkan

penurunan ikatan kimia antara matriks-filler dan kelarutan matriks resin serta komposisi dan ukuran filler yang dapat mempengaruhi kahalusan dan kerentanan terhadap staining agent. Faktor ekstrinsik berhubungan dengan perilaku pasien, seperti oral hygiene yang buruk, pola makan sehari-hari yaitu kebiasaan mengonsumsi makanan dan minuman yang mengandung pigmen warna (Ren dkk., 2012).

Biji kakao segar mengandung pigmen berwarna ungu yaitu antosianidin yang akan dioksidasi oleh polifenol oksidase menjadi quinon selama proses fermentasi biji kakao. Quinon dapat membentuk kompleks dengan asam amino dan protein serta mengalami polimerisasi dengan flavonoid untuk membentuk tanin. Tanin tersebut membentuk kompleks dengan protein melalui ikatan hidrogen dan menghasilkan pigmen tak larut air berwarna coklat yang memberikan warna khas kakao (Afoakwa dkk., 2012).

Pigmen tanin dalam minuman coklat dapat menyebabkan terjadinya perubahan warna pada resin komposit karena resin komposit mempunyai sifat menyerap air

secara perlahan-lahan dengan mekanisme penyerapan. Kerentanan warna resin komposit dikaitkan dengan penyerapan air dan hidrofilisitas dari matrik resin komposit. Jika resin komposit dapat menyerap air, maka resin komposit juga mampu menyerap cairan lainnya yang menyebabkan perubahan warna pada resin komposit .(Sitanggang dkk., 2015).

Hasil penelitian yang diperoleh kemudian dianalisa dengan menggunakan uji statistik One Way Anova untuk mengetahui apakah terdapat perbedaan perubahan warna antar kelompok dalam masing-masing jenis resin komposit. Hasil uji One Way Anova menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara nilai total perubahan warna (ΔE) resin komposit *nanofiller* maupun resin komposit *nanohybrid* pada perendaman dalam minuman coklat selama 3 hari, 5 hari, dan 7 hari. Sehingga dapat disimpulkan bahwa durasi perendaman tidak berpengaruh terhadap perubahan warna resin komposit *nanofiller* maupun resin komposit *nanohybrid*.

Selanjutnya, dilakukan uji statistik komparatif untuk mengetahui perbedaan nilai perubahan warna antara resin komposit *nanofiller* dengan resin komposit *nanohybrid* setelah perendaman dalam minuman coklat menggunakan Independent T-Test. Hasil uji menunjukkan bahwa nilai total perubahan warna (ΔE) resin komposit *nanofiller* berbeda secara signifikan dengan resin komposit *nanohybrid*. Hasil Independent T-Test juga menunjukkan bahwa nilai total perubahan warna (ΔE) pada resin komposit *nanofiller* lebih rendah dibanding dengan resin komposit *nanohybrid*.

Absorpsi zat warna resin komposit juga bergantung pada jumlah air yang dapat diserap oleh resin komposit itu sendiri mengingat zat warna eksogen penyebab diskolorasi didominasi oleh cairan berwarna. Jumlah air yang dapat diabsorpsi oleh resin komposit tergantung komposisi dari filler dan sifat hidrofilik dari polimer matriks (Aprilia dan Rahardianto, 2007). Resin komposit *nanofiller* memiliki kandungan TEGDMA yang lebih sedikit dibanding jenis *nanohybrid*, sehingga penyerapan air oleh resin komposit *nanofiller* jauh

lebih sedikit dibanding resin komposit *nanohybrid* (Ren dkk, 2012). Beberapa penelitian mengungkapkan bahwa adanya penambahan TEGDMA di dalam matriks resin organik berpengaruh terhadap peningkatan sifat hidrofilik pada permukaan resin. TEGDMA memiliki afinitas yang tinggi terhadap molekul air melalui pengikatan hidrogen dengan oksigen (Khokhar dkk., 2009).

Beberapa kelemahan bahan resin komposit *nanohybrid* adalah sensitive terhadap kelembaban, mengalami pengerutan polimerisasi, dan tidak stabil di dalam air sehingga kekuatan fisiknya berkurang. Menurut penelitian de Moraes RR et al pada tahun 2009 tentang kekasaran permukaan sebelum dan sesudah abrasi dengan sikat gigi, penyerapan air, dan kelarutan resin komposit *nanohybrid* memiliki sifat yang lebih rendah dibanding komposit *nanofiller* (Garg N and Garg A, 2013).

Van Noort menyatakan bahwa penyerapan air bergantung pada komposisi resin dan kualitas ikatan antara resin dengan bahan pengisi. Perubahan warna pada resin

komposit selain dipengaruhi oleh matriks resin, partikel filler, dan staining agents juga dipengaruhi oleh proses polimerisasi. Resin komposit *nanohybrid* yang digunakan dalam penelitian ini mengandung lebih banyak filler di banding komposit *nanofiller*. Semakin tinggi proporsi filler, semakin sulit bagi cahaya untuk menembus komposit sehingga proses polimerisasi resin komposit *nanohybrid* kurang sempurna dibanding dengan resin komposit *nanofiller*. Proses polimerisasi yang tidak sempurna menyebabkan ikatan yang buruk antara bahan pengisi dan matriks resin (Senawongse P et al., 2007).

Hal tersebut menyebabkan resin komposit *nanofiller* meresorbsi tanin lebih sedikit dibanding dengan resin komposit *nanohybrid*, sehingga setelah perendaman dalam minuman coklat warna resin komposit *nanofiller* lebih stabil dibanding dengan warna resin komposit *nanohybrid* karena nilai total perubahan pada komposit *nanofiller* lebih rendah.

BAB VII

KESIMPULAN DAN SARAN

7.1 Kesimpulan

1. Terdapat perubahan warna pada resin komposit *nanofiller* setelah direndam dalam minuman coklat
2. Terdapat perubahan warna pada resin komposit *nanohybrid* setelah direndam dalam minuman coklat
3. Resin komposit *nanofiller* mengalami perubahan warna lebih rendah dibanding dengan resin komposit *nanohybrid*.

7.2 Saran

1. Minuman coklat menyebabkan perubahan warna pada resin komposit *nanohybrid* maupun resin komposit *nanofiller*, namun resin komposit *nanofiller* lebih stabil warnanya, sehingga resin komposit *nanofiller* lebih disarankan sebagai tumpatan untuk pasien penggemar minuman coklat.
2. Resin memiliki kemampuannya menyerap air, sehingga penelitian ini dapat dikembangkan lagi dengan meneliti perubahan struktur permukaan bahan

tumpat resin komposit *nanohybrid* maupun resin komposit *nanofiller* setelah perendaman dalam minuman coklat.

3. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut tentang resin komposit *nanohybrid* maupun resin komposit *nanofiller* pada perendaman dalam minuman coklat dengan durasi perendalaman yang lebih lama



DAFTAR PUSTAKA

- Aeixo P, Patricia P, Ana Luisa, Regina Gueka 2010. *Composite Resin Color Stability: Influence of Light Sources and Immersion Media*. Journal Appl Oral Science, Brasil, p.204-211
- Afoakwa, E. O. (2010). *Chocolate Science and Technology*. West Sussex: John wiley & Sons Ltd
- Afoakwa, E.O., Quao, J., Takrama, F.S., Budu, A.S. & Saalia, F.K. (2012). *Changes in total polyphenols, o-diphenols and anthocyanin concentrations during fermentation of pulp pre- conditioned Cocoa (Theobroma cacao) beans*. International Food Research Journal, 19(3): 1071-1077.
- Agus Sudibyo 2012. *Peran Coklat Sebagai Produk Pangan Derivat Kakao*.
- Al-Shalan TA. 2009. *In Vitro Staining Of Nanocomposite Exposed To A Cola Beverage*. Pakistan Oral and dental Journal, Saudi Arabi. P. 79-84
- Alexandra. 2005. *Pengaruh Ketebalan Bahan dan Lamanya Waktu Penyinaran Terhadap Kekerasan Permukaan Resin Komposit Sinar*. Dental Journal. Surabaya, 32-35
- Anusavice, Kenneth J. 2004. *Phillip's Buku Ajar Ilmu Bahan Kedokteran Gigi*. Edisi 10. Jakarta: Buku Kedokteran EGC. Hal 228-243

- Aprilia, Linda Rochyani, Erry rahardiarto. *Pengaruh Kopi Terhadap Perubahan Warna Pada Resin Komposit*, Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Indonesia.
- Craig,R.G.,2003. *Restorative Dental Material*. United States of America:Mosby
- Craig,R.G. Power, J.M 2006. *Restoratif Dental Material*. 12 th Ed. St Louis Mosby Year Book. P. 191-209;65-66
- Craig RG, John M. Power, Ronald L. Sakaguchi 2006. *Restorative Dental Materials* 12th Edition. Mosby, St louis p. 189-212
- Chumairo, SM 2006. *Pengaruh Kebiasaan Minum Kopi Robusta (Coffea robusta) terhadap Perubahan Warna pada Restorasi Resin Komposit Nanofiller*. Fakultas Kedokteran Universitas Jember.
- Dewi Shinta Kristil, Yuliati Anita, Munaddziroh Elly. 2012. *Evaluasi Perubahan Warna Resin Komposit Hybrid Setelah Direndam Obat Kumur*. Jurnal PDGI, 2012, 61 (1) hal 5-9
- Ed, and Man. 2004. *Cacao Report Market No. 371: March 2004 . Ed dan Man Ltd*.
- Garg N, Garg A. Textbook of operDelhi: Jaypee; 2013. p. 299-302.
- Heshmat H, Gangkar M.H, Arjomand M.E, et al. *Color stability of three composite resins following accelerated artificial aging: an in- vitro study*. The Journal of

- Islamic Dental Association of IRAN (JIDA) 2014; 26(1): 9- 14.
- Hiie, C.L., C.L. Law, S. Suzannah, Misnawi, M. Cloke. Polyphenol in Cocoa (*Theobroma cacao* L.). *Asian Journal of Food and Agro- Industry*. 2009; 2(4):702.
- Junk. M, K.Eichelberger,J. Klimek. Surface Geometry of Four Nanofiller and One Hybrid Compisite After One Step and Multiple Step Polishing. *Operative Denstitry*. 2007; 3(4); 32-4, 347-355
- Khatimah Husnul, Aristiana Bungawati, Yuliana Ika, Agustiono purwanto. 2012. *Pengaruh Lama Perendaman Dalam Larutan Kunyit Asam Terhadap Perubahan Warna Resin komposit hybrid*. *Insisiva Dental Journal*, 2012, Vo. 1, No. 2, 69-73
- Khatria , Amit, B. Nandlal 2010. Staining of a Conventional and a Nanofiller Composite Resin Exposed In Vitro to Liquid Ingested by Children. *International Journal of Clinical Pediatric Denstitry*. 2010 September – December; 3(3): 183-188.
- Khokhar NH, Qureshi R, Ali SM. *Evaluation of discoloration of some composite restorative materials*. *Pakistan Oral Dent J* 2009; 29(1): 123-30.
- Lolayekar, Nikita, Chaitanya Shanbhag. *Polyphenols and Oral Health*. *RSBO*. 2012; 9(1): 74.
- Misnawi, Jinap, S. Jamila B. & Nazamid, S (2004). Effects Of Polyphenol On Pyraziner Formation During Cocoa Liquor Roasting. *Food Chemistry*, 85, 73-80

- Misnawi, Jinap, S. Jamila B. & Nazamid, S (2004). Sensory Properties Of Cocoa Liquor As Affected by Polyphenol Concentration and Roasting Duration Food Quality and Prefence, 15, 403-409
- Moezzyzadeh, Maryam. Evaluation of the Compressive Strength of Hybrid and Nanocomposites. *Journal Dental School* 1, 2012: 24-29
- Monteiro, Marcos, Tiago, Bernado, Anderson Steven, Anderson Zanardi 2010. *Alternatif Methods for Determining Shrinkage in Restorative Resin Composites*. Elsavier, Brazil, p. 1-10
- McCabe, John F. 2008. Applied Dental Material, 9th Ed. Garsington Road Oxford: Blackwell Publishing Ltd.
- Morganelli, A. (2006). The Biography of Chocolate (How Did That Get Here ?). Crabtree Publishing Company
- Padiyar Narendra, Kaurani Pragati. 2010. Colour Stability: An Important Physical *Property of Esthetic Restorative Materials*. *Int. Journal of Clinical Dental Science (IJCDS)*, 2010, 1 (1): 81-84
- Power JM, sakaguchi RL. 2006, *Craig's Restorative Dental Material*. Twelfth Edition. St. Louis, Missouri
- Ren YF, Feng L, Serban D, et al. *Effects of common beverage colorants on color stability of dental composite resins: the utility of a thermocycling stain challenge model in vitro*. *Journal of Dentistry* 2012: 48-56.

- Sakaguchi RL, Power John M. 2012. Craig's Restorative Dental Materials, 13th Ed. Elsevier Mosby, USA, p. 164-178
- Schneider L. F. J. Cavalcante L. M., Silikas N., 2010. Shrinkage Stresses General During Resin – Composite Application : A Review , *J Dent Biomech.*, 1 (1) : 1-4
- Sean Otista Hanata, FKG UI, 2013. *Perbedaan Perubahan warna Pada Permukaan Resin Komposit Nanofiller dan Nanohybrid Setelah Kopi*. Sripsi. Tidak diterbitkan, Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Indonesia.
- Senawongse P et al. 2007 *Surface roughness of nanofill and nanohybrid resin composites after polishing and brushing*. *J. Esthet. Restor. Dent.* 19 265-75.
- Sitanggang P, Tambunan P, Wuisan J. *Uji Kekerasan Komposit Terhadap Perendaman Buah Jeruk Nipis (citrus Aurantifolia)*. *Jurnal e-GIGI* 2015;3(1):229-34.
- Topcu FT, Sahinkesen G, Yamanel K, Erdemir U, Oktay UE, Ersahan S. *Influence of Different Drinks on the Colour Stability of Dental Resin Composites*. *Eur J Dent* 2009 January; 3 (1): 50-56
- Wahyu PW. Asti M, Anita Y, Retna A. 2010. Perubahan warna semen ionomer Kaca setelah direndam dalam larutan the hitam. *Dentofasial jurnal kedokteran gigi*. 9(2): 123-129

Widya. Y., 2008, Budidaya Bertanam Coklat, Tim Bina Karya
Tani, Bandung

